பொது விஞ்ஞானம்

ஐந்தாம், ஆறும் படிவங்கள்

A. SAMUEL, B.A., L.T.,
Voorhee's College School, Vellore.

AND

Rev. Br. GNANAPRAKASAM, S.H.J., B.A., L.T.,
St. Mary's High School, Vikramasingapuram.

இன்டர்நாஷனல் பப்ளிஷிங் கம்பெனி

நுங்கம்பாக்கம் : : சென்னை-6

PODHU VIGNANAM

(GENERAL SCIENCE)

FORMS V & VI

BY

A. SAMUEL, B.A., L.T.

AND

Rev. Br. GNANAPRAKASAM, S.H.J., B.A., L.T.

First Printed—Nov., 1954

[*Price Rs.* 3–0–0]

Kabeer Printing Works, Madras (2742)

முன்னுரை

சென்னை அரசாங்கக் கல்வி இலாகாவினர் 1949-ஆம் ஆண்டில் வெளியிட்ட விஞ்ஞான பாடத்திட்டத்தை அநுசரித்து இந்நூல் வரிசை இயற்றப்பட்டுள்ளது. மாணவர்கள் விஞ்ஞானத்தை விரும்பிக் கற்பதற்கு ஏற்ற முறையில் பாடப் பொருள்களையும் மொழி நடையையும் விளக்கப் படங்களையும் அமைத்துள்ளோம்.

தற்கால வாழ்க்கையில் ஓரளவு விஞ்ஞான அறிவு எல்லோருக்கும் இன்றியமையாததாகி விட்டது. நம் சூழ்நிலையில் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தினால் அமைக்கப் பெற்ற பல வாழ்க்கைச் சாதனங்களைக் காண்கிறோம். இவை எவ்வாறு இயங்குகின்றன, இவற்றின் பயன்கள் யாவை என்பன போன்ற வினாக்களுக்கு விடையறிந்து கொள்ள எல்லோருக்கும்—முக்கியமாக மாணவருக்கும்—ஆர்வம் இருக்கும். இந்த ஆர்வத்தைப் பூர்த்தி செய்ய வேண்டுமென்னும் நோக்கத்துடன் இந்நூல் ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு பாடத்திலும் கற்ற விஷயங்களை மனத்திற் கொள்ளத் தக்க பயிற்சி வினாக்களும், மாணவர் செய்து பார்க்கத் தக்க செய்முறைப் பயிற்சிகளும் பாட முடிவில் தரப்பட்டுள்ளன. சோதனைச் சாலையில் மாணவர் செய்ய வேண்டிய பரிசோதனைகளைப் பற்றிய குறிப்புக்களை நூலிறுதியில் சேர்த்துள்ளோம். மேலும், இவ்வகுப்பு மாணவர்க்குப் பயன்படத்தக்க வாய்பாடுகளும் விஞ்ஞானப் புள்ளி விவரங்களும் பிற்சேர்க்கையாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இந்நூலைச் சிறந்த முறையில் தயாரித்து வெளியிட இன்றியமையாத சில புதிய கருத்துக்களையும், ஒழுங்கு முறைகளையும், அரிய ஆலோசனைகளையும் அளித்துதவிய பேரன்பர் லால்குடி மாவட்டக் கழக உயர்நிலைப்பள்ளித் தலைமையாசிரியர் திரு. T. K. இராமநாதன், B.A., L.T., அவர்கட்கு நாங்கள் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளோம்; அவர்கட்கும், இதனைச் சிறந்த முறையில் தயாரித்துத் தந்த ஆசிரியர்கட்கும் எமது மனமார்ந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இந்நூல் வரிசை மாணவர்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படுமென்னும் துணிபுடையோம். தலைமை ஆசிரியர்களும் விஞ்ஞான ஆசிரியர்களும் இவற்றைப் பள்ளிகளில் பாடப்புத்தகமாக வைத்து எம்மை ஆதரிக்குமாறு வேண்டுகிறோம்.

பதிப்பாளர்கள்

SYLLABUS

FORMS V AND VI

A. Biology

(A) (1) Review of food-stuffs and food values. Vitamins and their importance. Digestion in detail with reference to enzymes and their action on different food-stuffs. The alimentary system in man (students should know to draw the diagram). Supply of food to the tissues. Structure and care of teeth.

(2) *Circulation.*—Study in detail of the heart and its parts. Blood—blood corpuscles and their functions—blood vessels. Importance of circulation. Pulse. Lymph—lymph vessels and lymphatic circulation.

(3) *Excretion.*—(*a*) Kidneys—parts and their work. (*b*) Skin—its parts and functions. Care of the skin. (*c*) Lungs as excretory organs—excretion of CO_2 and water vapour.

(4) *Movement.*—A study of human skeleton in greater detail and the classification of joints. The parts of the ball and socket joint. Muscles—voluntary and involuntary—Examples: Calf, biceps, sphinctral and cardiac muscles.

(5) *Sensing.*—The nervous system in man. Brain (cerebrum, cerebellum, medulla, spinal chord) and nerves, (afferent and efferent)—function of each part.

Fatigue. Voluntary action and reflex action. The five sense organs and their functioning through the nervous system (a detailed study of structure of the sense organs is not expected). The sympathetic nervous system (an elementary treatment alone is expected.)

(6) *Ductless glands.*—Thyroid, Pituitary and Adrenal—the influence of their secretions.

(B) (1) Feeding habits of animals (jawless earth-worm, blood sucking leach, honey sucking butterfly, filing snail).

(2) Adaptation of animals. Protection, offence (colour, mimicry, poison apparatus). Special covering such as those of porcupine, tortoises.

(3) Silk farming—silk-worm and silk.

(4) Movement in the following animals—their variety and importance—lizards, snakes, snails, earthworms and frog.

(C) (1) Plant cell and its parts—fundamental properties of protoplasm. Unicellular and multicellular organisms.

(2) Work of the leaf. Demonstration of its structure and its functions.

Photo-synthesis (a study in greater detail).

Photo-synthesis and respiration compared.

Storage of starch, protein and fat and action of enzymes.

(3) Seeds—parts of bean and castor seeds. Stages of germination.

(4) Flowers—parts. Their work in detail—Pollination, fertilisation leading to formation of seeds and fruits.

Dispersal of seeds. Vegetative reproduction. Elementary knowledge of grafting, layering and cutting.

(5) External features of a fern, a moss, and an alga—(spirogyra). Fungus (mould). Nutrition of the mould.

(6) Darwin's explanation of the origin of new forms.

B. Physical Science

(1) *Measurement of time.*—The simple pendulum. Relation between time of oscillation and length of the pendulum.

(2) Liquid pressure—upward, downward, sideways pressure. Transmissibility of liquid pressure. Balancing columns ('U' tube) and measurement of Specific Gravity. Principle of Archimedes—experimental verification. Use of

the principle to find the Specific Gravity of solids and liquids. Why do bodies float?—A simple variable immersion hydrometer and use in determining densities of liquids.

(3) Airplane—how supported and made to move.

(4) The screw. The movable pulley. A block and tackle. The inclined plane.

(5) *Heat*—

(*a*) Expansion of bodies due to heat (qualitative study only). Practical application of the expansion of solids, liquids and gases.

(*b*) Temperature—kinds of thermometer—clinical, maximum and minimum thermometer (Six's pattern), different scales (the Centigrade and the Fahrenheit).

(c) Quantity of heat—Calorie, capacity for heat—Specific heat.

(*d*) Change of state—heat and change of state. Melting point of solids.

(*e*) Transmission of heat—conduction, covection and radiation. Thermos flask.

(*f*) The steam engine. The internal combustion engine.

(6) *Light*—

(*a*) Reflection in plane mirror. The periscope and the Kaleidoscope.

(*b*) Reflection in concave and convex mirrors (no quantitative relation is expected). Uses of the mirrors. Measurement of the focal length of a concave mirror.

(c) Refraction through a rectangular glass slab, through water, glass prism; deviation of sunlight. Formation of the rainbow.

(*d*) Convex and concave lenses. Formation of images (no quantitative relation)—focal length in convex lenses, use of the lens as spectacles, camera lens. Projector, telescope (astronomical, terrestrial and binoculars). Microscope with two lenses.

(7) (*a*) Primary cells and batteries.

(*b*) Effect of electric currents—

(1) Magnetic effect—making of temporary and permanent magnets—the galvanoscope.

(2) Heating effect—electrical heaters, fuses.

(3) Chemical effect. Electrolysis. Electroplating and its application (making of gramophone records, electrotyping, preparation of aluminium, purification of gold, etc.)

(4) Lighting effect—filament lamp and vapour lamps.

(5) Electrical units—volt, ohm and ampere (the practical units)—their relationship—electric power; the watt and the kilowatt.

(6) Electrical connections—series and parallel.

(7) Electrical induction. The induction coil (an elementary treatment only). Telephone—the Bell receiver and transmitter. The carbon microphone.

(8) Elementary treatment of broadcasting.

(8) Energy—kinetic energy—potential energy. Transformation of energy. Mechanical, heat, chemical, electrical, sound, light.

(9) Structure of matter. Molecule—atom and atomic energy.

C. Chemistry

(1) Separation of ingredients of mixtures (explanation of the common processes used)—solution, filtration, sublimation, distillation, fractional distillation, crystallization and fractional crystallization.

(2) Division of matter into elements (metals and non-metals) and compounds.

(3) Physical and chemical changes. Types of chemical changes.

(4) The three common acids (HCl, HNO_3 and H_2So_4) —their laboratory preparation and properties and uses.

(5) The alkalis—caustic and mild. Their preparation and properties.

(6) Salts : how formed. Neutralization.

(7) Common salt—how prepared and purified. Uses. Preparation of chlorine and uses of chlorine. Uses of bleaching powder, bleaching liquor. Uses of sodium chlorate, potassium chlorate and of iodine.

(8) Sulphur, extraction, purification and uses. Sulphur dioxide—laboratory preparation. Properties of sulphur dioxide and uses. Sulphates—uses of ammonium sulphate, copper sulphate, magnesium sulphate, alum, hypo, sodium sulphite.

(9) Phosphorus—yellow and red—differences in properties. Use in the making of safety matches. Uses of phosphates and hypophosphites.

(10) Preparation and use of sodium and potassium nitrates. Fixation of atmospheric nitrogen—ammonium nitrate.

(11) Metals—chief ores of metals like iron, copper, zinc, tin, lead, aluminium, silver, gold, mercury, thorium, uranium, radium, manganese (where found in India). Extraction of iron, gold, mercury, aluminium. Kinds of steel and uses.

(12) Common alloys and their principal components and uses—brass, bronze, bellmetal, type-metal, duraluminum, rustless steel.

(13) Alcohol : Preparation—uses as power, as solvent and for making useful chemicals.

D. Experiments and Practical Activities

Observation of living frogs, earth worms, caterpillars and of their life histories under laboratory and field conditions.

Observation of cultivated crops—process of cultivation—tilling, weeding—manuring, etc.

Collection of insects and preservation as a museum activity.

Observation of the growth of shoots from tuber—grafting, layering, etc.

Collection and preserving of different leaf forms and flowers.

Sketching of common plant forms—parts of plants—stem, root, leaf, flower, etc. (about 12 forms of the locality). A study of the means adopted by the Health Department to prevent adulteration of food, contamination of water, spread of epidemics and steps taken to improve the sanitary condition of the locality. Comparison of the vital capacity of pupils.

Experiments.—Experimental work by pupils in Physics, Chemistry and Botany should be recognized as part of General Science work in schools. Teachers are expected to give full practical demonstration.

The following experiments indicate a minimum that should be done by the pupils during the three years :—

(1) To show that starch is found in *green* leaves.

(2) To show that CO_2 and sunlight are necessary for the formation of starch.

(3) To show that plants (*i.e.*, germinating seeds, leaves, buds, roots and shoots, etc.), use up oxygen, liberate CO_2, give off heat.

(4) To show that transpiration takes place in plants.

(5) To study the conditions of germination of a seed, and to study the stages of germination of a seed.

(6) Measurement of length of straight and curved lines and finding the relation between the inch and the centimetre.

(7) To measure the volumes of solids using (*a*) a graduated jar, (*b*) a burette.

(8) To measure the density of solids (stone, wood, alum).

(9) To measure the density of a liquid using the specific gravity bottle.

(10) To measure the solubility of common salt at room temperature.

(11) To grow a crystal.

(12) To find the melting point of a solid (ice, wax).

(13) To find the boiling point of water and to study how the boiling point varies with the amount of dissolved solid in water.

(14) To verify the Principle of Archimedes.

(15) To find the specific gravity of an insoluble and heavy solid using the principle of Archimedes.

(16) To construct a variable immersion hydrometer, to use it to find the specific gravity of liquids.

(17) To measure the mechanical advantage of a single movable pulley.

(18) To study the relation between Power and Weight in an inclined plane.

(19) To measure the specific heat of a solid (copper).

(20) To find the relation between period of oscillation and length of a pendulum.

(21) To study reflection in plane mirrors.

(22) To measure the focal length of a concave mirror.

(23) & (24) To trace the path of a ray of light through—

(*a*) a rectangular glass slab.

(*b*) a triangular glass prism—60°.

(25) To measure the focal length of a convex lens.

(26) To study the action of heat on common substances—mercuric oxide, potassium chlorate, copper sulphate, alum, ammonium chloride.

(27) To study the action of dilute acids on zinc, aluminium, iron.

(28) To separate the parts of a mixture—sand and sugar, common salt and salamoniac, iron filings and sand.

(29) To study the action of heat and acids on marble, lime stone.

(30) Galvanoscope—to compare the strength of electric current with a galvanoscope.

முதல் பாகம்

பௌதிகம்

பொருளடக்கம்

எண்			பக்கம்
1.	கால அளவு	...	1
2.	திரவங்களில் அழுத்தம்	...	10
3.	அடர்த்தி எண்ணும் சமநிலை திரவத் தம்பங்களும்	...	18
4.	ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்	...	26
5.	மிதத்தல்	...	33
6.	ஆகாய விமானம்	...	43
7.	தனி எந்திரங்கள்	...	51
8.	பொருள்கள் வெப்பத்தினால் பெருக்கமடைதல்	...	64
9.	உஷ்ணமானிகள்	...	74
10.	வெப்பத்தை அளத்தல்	...	86
11.	பொருள்களின் நிலைமாற்றம்	...	98
12.	வெப்பம் செலுத்துகை	...	105
13.	நீராவி எஞ்சினும் அகதகன எஞ்சினும்	...	117
14.	சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல்	...	126
15.	கோளக ஆடிகள்	...	140
16.	ஒளி விலகல்	...	150
17.	லென்ஸ்கள்	...	163
18.	ஒளிக் கருவிகள்	...	173
19.	மின் கலங்கள்	...	184
20.	மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயன்	...	194
21.	மின்னோட்டத்தின் ரசாயனப் பயன்	...	201
22.	மின்னோட்டத்தின் வெப்பப் பயன்	...	208
23.	மின்னோட்டத்தின் ஒளிப் பயன்	...	213
24.	மின்சார அலகுகள்	...	220
25.	மின் தூண்டல்	...	225
26.	ஒலி பரப்புதல்	...	233
27.	சக்தி	...	241
28.	ஜடப்பொருளின் அமைப்பு	...	245

ஐந்தாம், ஆறும் பாரங்களுக்கு

முதல் பாகம்—பௌதிகம்

1. கால அளவு

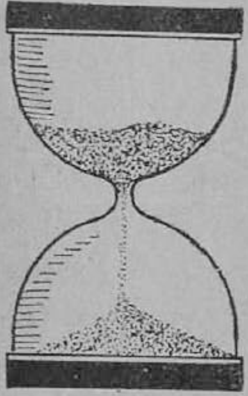
(காலத்தை அளத்தல்—தனி ஊசல். ஊசலின் அலைவு நேரத்துக்கும் நீளத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தம்.)

காலத்தின் அலகு (unit of time): இரவு, பகல் ஏற்படுதல், பருவ காலங்கள் ஏற்படுதல், ஜீவராசிகளின் பிறப்பு, வளர்ச்சி, அழிவு முதலிய மாறுபாடுகளினால்தான் நமக்குக் காலத்தைப் பற்றிய உணர்ச்சி உண்டாகிறது. நமது வாழ்க்கையில் பல செயல்களை ஒவ்வொரு நாளும் குறித்த நேரங்களில் செய்யவேண்டி யிருக்கிறது. ஆகவே காலம் எவ்வாறு அளக்கப்படுகிறது என்பதையும், அதன் அலகு (unit) என்ன என்பதையும் நாம் தெரிந்துகொள்வது இன்றியமையாதது. மேலும், சில விஞ்ஞான பரிசோதனைகளில் சிறு நேரங்களைத் துல்யமாக அளக்கவேண்டி யிருக்கிறது. இதற்குரிய அலகு என்ன என்பதையும் அறியவேண்டும்.

காலத்தை அளக்க, இயற்கையில் ஏற்பட்டுள்ள அலகு ஒரு **நாள்** அல்லது **தினம்** (day) ஆகும். இது, பூமி தன் அச்சில் ஒரு தடவை சுழல்வதற்கான நேரமாகும். இந்த நேரம் ஓர் ஆண்டில் எல்லா நாட்களிலும் சமமாயில்லாததால், ஓர் ஆண்டு முழுவதிலுமுள்ள நாட்களின் சராசரி நேரத்தை இயற்கையான கால அலகாகக் கொள்ளலாம். இதற்குச் **சராசரி சூரிய தினம்** (mean solar day) என்று பெயர். இதை 24 சமபாகங்களாக்கி ஒவ்வொன்றும் ஒரு **மணி** (hour) என்றும், மணியில் 60-இல் ஒரு பாகம் ஒரு **நிமிஷம்** (minute) என்றும், நிமிஷத்தில் 60-இல்

ஒரு பாகம் ஒரு **செகண்டு** அல்லது **நொடி** (second) என்றும் மேனாட்டினர் அமைத்தார்கள். ஆகவே ஒரு சராசரி சூரிய நாளில் 86,400 செகண்டுகள் உள்ளன. விஞ்ஞானிகள் உபயோகிக்கும் கால அலகு ஒரு செகண்டு; ஒரு சராசரி சூரிய தினத்தில் $\frac{1}{86400}$ பாகமே ஒரு செகண்டு. மெட்ரிக் முறை, பிரிட்டிஷ் முறை ஆகிய இரண்டிலும் இதுவே காலத்தின் அலகு.

பண்டைய மக்கள் காலத்தை அளந்த வழிகள்: ஒரு நாளின் உட்பிரிவான மணி, நிமிஷம் முதலிய காலங்களை அளப்பதற்கு முன்காலத்தில் துல்யமான கடிகாரங்கள் இல்லை. **சூரிய கடிகாரம்** அல்லது **நிழற் கடிகாரம்** (sundial) என்ற கருவியில், நிறுத்தப்பட்ட ஒரு கோலினுடைய நிழலின் அசைவுகளைக் கொண்டு நேரம் அறியப் பட்டது. **மணற் கடிகாரம்** (hour glass), **நீர்க் கடிகாரம்** (water clock) முதலியவற்றில், மணலோ, நீரோ ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து வெளியேறிய அளவினைக் கொண்டு இவ்வளவு காலம் கழிந்ததென்று கணக்கிடப்பட்டது. **கலிலியோ** என்ற விஞ்ஞானி ஊசலைப் பற்றிய விதிகளைக் கண்டு பிடித்த பிறகுதான் சரியான கடிகாரங்கள் அமைக்கப்பட்டன.

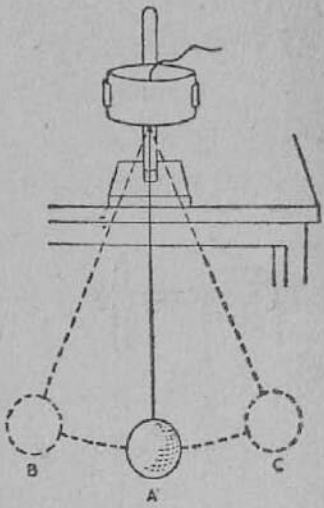


படம் 1. மணற் கடிகாரம்

கலிலியோ

தனி ஊசல்: தொங்கவிடப்பட்டு ஆடக்கூடிய எப்பொருளை

யும் ஊசல் (pendulum) என்று சொல்லலாம். ஒரு மெல்லிய நூலில் ஒரு பளுவான குண்டைக் கட்டி ஓர் ஆதாரப் புள்ளியிலிருந்து தொங்கவிடு. இதுவே தனி ஊசல் (simple pendulum) எனப்படும். அந்த நூல் முறுக்கில்லாததாயும் நீட்சியடையாததாயு மிருக்க வேண்டும். 2-ம் படத்தில், ஒரு தக்கையின் வழியே கோக்கப்பட்ட நூலின் கீழ் முனையில் ஒரு பளுவான கோளம் தொங்குகிறது. இந்தக் கோளத்திற்கு **ஊசல் குண்டு** (bob) என்று பெயர். தக்கை ஒரு தாங்கியில் இறுகலாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 2. தனி ஊசல்
A-மைய நிலை
B, C-அலைவின் எல்லைகள்

தக்கையின் கீழே எந்தப் புள்ளியிலிருந்து நூல் வெளிவருகிறதோ, அந்தப் புள்ளிக்குத் **தொங்குதானம்** (centre of suspension) என்று பெயர். ஊசல் குண்டின் மையப் புள்ளிக்கு **அலைவுத் தானம்** (centre of oscillation) என்று பெயர். இந்த இரு புள்ளிகளுக்கும் இடையிலுள்ள தூரமே **ஊசலின் நீளம்** ஆகும்.

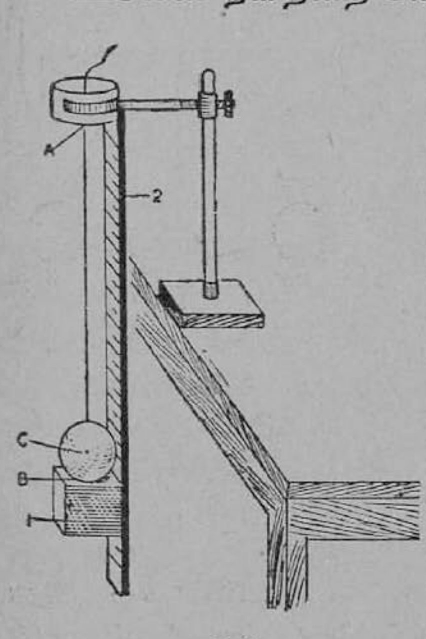
ஊசல் குண்டை ஒரு பக்கமாக இழுத்துவிட்டால் அது நெடுநேரம் முன்னும் பின்னும் அலைந்துகொண்டிருக்கும். இத்தகைய அசைவுக்குத்தான் **அலைதல்** (oscillation) என்று பெயர். நேரஞ் செல்லச் செல்ல, ஊசல் அலைகின்ற அளவு குறைந்துகொண்டே வரும்; முடிவாக அதன் மைய நிலையில் நின்றுவிடும். மையத்திலிருந்து ஒரு ஓரத்தில் ஊசல் செல்லும் நிலைக்கு இடையிலுள்ள கோணம் (அல்லது தூரம்) ஊசலின் **வீச்சு** (amplitude) எனப்படும். ஓர் ஊசலை அதிக வீச்சுடன் ஆடவைத்து விட்டுவிட்டால், வரவர அதன் வீச்சு குறையும்.

அலைவு (oscillation): ஊசல் ஆடிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது மைய நிலையிலிருந்து தொடங்குவோம். ஊசல் குண்டு மையத்திலிருந்து ஒரு ஓரம் சென்று திரும்பி, எதிர்ப்பக்கத்தில்

மறு ஓரத்திற்குச் சென்று, மறுபடியும் மையத்துக்கு வரும்; இந்த அசைவுக்கு ஒரு **அலைவு** (oscillation) என்று பெயர். (ஒரு ஓரத்திலிருந்து தொடங்கினால், எதிர் ஓரத்திற்குச் சென்று திரும்பி, மறுபடியும் முதலில் ஆரம்பித்த இடத்திற்கு வருதல் ஓர் அலைவாகும்.)

ஒரு அலைவுக்கு எவ்வளவு காலம் ஆகிறதோ அது **அலைவு நேரம்** (period of oscillation) எனப்படும்.

ஊசலின் நீளத்தை அளத்தல்: ஊசல் குண்டை இரண்டு செவ்வகக் கட்டைகளுக்கு இடையே வைத்து, அளவுகோலின் உதவி கொண்டு அதன் **விட்டத்தை** (diameter)க் கண்டுபிடி. இதில் பாதி அதனுடைய **ஆரம்** (radius) ஆகும். ஒரு மீட்டர் அளவுகோலின் '0' தொங்குதானத்திலிருந்து தொடங்கும்படி அளவுகோலை ஊசலுக்குப் பின்புறமாக நிறுத்து. ஒரு செவ்வக மரக்கட்டையை ஊசல் குண்டுக்குக் கீழே அதைத் தொடும்படி வைத்து, மரக்கட்டையின் மேல் மட்ட அளவை அளவுகோலில் கண்டுபிடி. இந்த நீளத்திலிருந்து ஊசல் குண்டின் ஆரத்தைக் கழித்தால், அதுவே ஊசலின் நீளம். நூலின் நீளத்தை மாற்றுவதால் இந்த நீளத்தை மாற்றிக்கொள்ளலாம்.



படம் 3.
ஊசலின் நீளத்தை அளத்தல்.
A-தொங்கு தானம்
B-ஊசல் குண்டு
C-அலைவுத்தானம்
1. செவ்வக மரக்கட்டை
2. அளவு கோல்

அலைவு நேரம் கண்டுபிடித்தல்: ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்கு மேற்படாத ஊசலின் அலைவு நேரம் இரண்டு செகண்டுக்குக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால், 20 அல்லது 50 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கண்டுபிடித்து, அதிலிருந்து அலைவு நேரம் கணக்கிடவேண்டும்.

இதற்கு வேண்டிய ஒரு கருவி நிறுத்து கடிகாரம் (stop watch or stop clock) ஆகும்.

நிறுத்து கடிகாரத்தில் செகண்டு முள் நடுவில் பெரிதாக அமைந்திருக்கும்; நிமிஷ முள் சிறிதாயிருக்கும். இதிலுள்ள ஒரு பொத்தானை அழுத்தினால் கடிகாரம் வேலை செய்யத் தொடங்கும்; மறு தடவை பொத்தானை அழுத்தினால் முட்கள் நின்று விடும். மூன்றாம் தடவை அழுத்தினால் முட்கள் ஆரம்ப நிலைக்கு வந்துவிடும்.

ஊசலை மேஜை விளிம்பினருகே இருக்கும்படி தொங்கவிடு. ஊசல் குண்டை ஒரு புறமாகச் சிறிது இழுத்து, அசையாமல் பிடித்துக்கொண்டு சட்டென விட்டுவிடு. ஊசல் ஒரே தளத்தில் அலையவேண்டும்; பக்கவாட்டில் அலையக்கூடாது.

மேஜை விளிம்பில் ஊசல் குண்டின் மைய நிலைக்கு எதிரே ஓர் அடையாளம் செய்துகொள். ஊசல் இந்த அடையாளத்தை இடமிருந்து வலமாகக் கடக்கும்பொழுது நிறுத்து கடிகாரத்தின் பொத்தானை அழுத்தி ஓடச் செய். மறு தடவை ஊசல் அதே அடையாளத்தை இடமிருந்து வலமாகக் கடக்கும்பொழுது '1' என்றும், பிறகு மூன்றாம் தடவை அதே திசையில் கடக்கும் பொழுது '2' என்றும், தொடர்ந்து எண்ணிக்கொண்டே போய் 20 எண்ணும்பொழுது கடிகாரத்தை நிறுத்து. 20 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கடிகாரம் காட்டுகிறது. இதை 20-ஆல் வகுத்து அலைவுநேரம் கண்டுபிடி.

ஊசலின் அலைவு நேரமும் நீளமும்—பரிசோதனை: ஊசலின் நீளம் 25 செ. மீ. ஆக இருக்கும்படி அமைத்துக்கொள். பிறகு முன் விவரித்தபடி 20 அலைவுகளின் நேரமும் அதிலிருந்து அலைவு நேரமும் கண்டுபிடி. நீளத்தை 40 செ. மீ., 55 செ. மீ., 70 செ. மீ., 85 செ. மீ., 100 செ. மீ. என்ற அளவுகள் இருக்கும்படி அமைத்து, ஒவ்வொரு நீளத்துக்கும் அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. எடுத்த அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து:

ஊசல் குண்டின் விட்டம் = செ. மீ.
ஊசல் குண்டின் ஆரம் = செ. மீ.

எண்	ஊசலின் நீளம் (L)	20 அலைவு களின் நேரம்	அலைவு நேரம் T	T^2	$\frac{L}{T^2}$
1	25 செ. மீ.	20 செக.	1 செக.	1	25
2	40 ,,	25·6 ,,	1·28 ,,	1·64	24·4
3	55 ,,				
4	70 ,,				
5	85 ,,				
6	100 ,,	40 செக.	2 செக.	4	25

இந்த அட்டவணையில் கடைசி பத்தியான $\frac{L}{T^2}$ அனேகமாக மாருத எண்ணுக இருக்கிறது என்பதைக் கவனி.

ஊசலின் நீளம் அதிகமாகும்பொழுது அலைவு நேரமும் அதிகமாகிறது; **அலைவு நேரத்தின் வர்க்கம்** (square of the period) நேர் விகிதத்தில் அதிகமாகிறது. இது ஊசலின் முக்கியமான விதி. இதைப் பின்வருமாறு கூறலாம்.

ஊசல் விதி 1: ஒரு தனி ஊசலின் நீளமும் அலைவு நேரத்தின் வர்க்கமும் நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

அலைவு நேரமும் வீச்சும்: ஓர் ஊசலை அமைத்து, குறைவான வீச்சுடன் ஆடச் செய். அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. பிறகு நீளத்தை மாற்ருமல், வீச்சு முன்னிருந்ததுபோல் இரண்டு அல்லது மூன்றுமடங்கு வைத்து ஆடச் செய்; மறுபடியும் அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. இரண்டும் சமமாயிருப்பதைப் பார்.

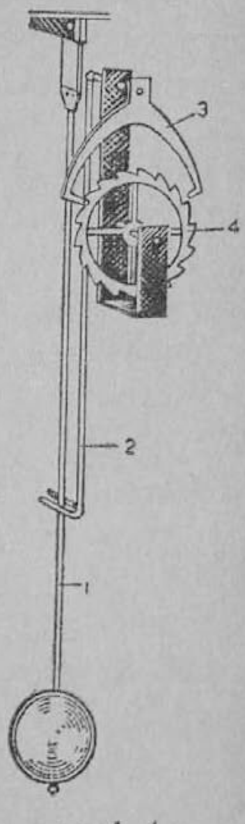
ஊசல் விதி 2: ஒரு தனி ஊசலின் அலைவு நேரம் வீச்சைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை.

இந்த விதிக்குத்தான் ஊசலின் **சமகாலத்துவம்** (isochronism) என்று பெயர். கலிலியோ, ஒரு கோவிலில் தொங்கி ஆடிக்கொண்டிருந்த விளக்கின் அலைவு நேரம் வீச்சு குறைந்த பொழுதும் மாருதிருப்பதை முதலில் கவனித்தார். அதிலிருந்து தான் ஊசலைப்பற்றிய விதிகளை அவர் ஆராய்ச்சி செய்து கண்டுபிடித்தார்.

அலைவு நேரமும் ஊசல் குண்டும் : ஒரே நீளமுள்ள இரு ஊசல்களை அமை. ஒன்றின் ஊசல் குண்டு சிறிதாகவும் இரும்பினால் செய்யப்பட்டதாயும் இருக்கட்டும். மற்றொன்று வேறொரு உலோகத்தால் ஆனதாகவும் அதிகப் பளுவாகவும் இருக்கட்டும். இரு ஊசல்களுக்கும் தனித் தனியே அலைவு நேரம் கண்டுபிடி. இரண்டும் சமமாயிருக்கும்.

ஊசல் விதி 3 : ஒரு தனி ஊசலின் அலைவு நேரம் ஊசல் குண்டின் தன்மையை அல்லது எடையைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை.

செகண்டு ஊசல் : அலைவு நேரம் 2 செகண்டு ஆக இருக்கக்கூடிய ஊசலுக்கு **செகண்டு ஊசல்** (seconds pendulum) என்று பெயர். இந்த நீளம் சுமார் 100 செ. மீ. இருக்கும் ; ஆனால் பூமியின் மேற்பரப்பில் வெவ்வேறிடங்களில் செகண்டு ஊசலின் நீளம் சிறிதளவு மாறுபடுகிறது.



படம் 4.
கடிகார ஊசல்
1. ஊசலின் கம்பி
2. கவை 3. கிளச்
4. பற்சக்கரம்

ஊசலின் உபயோகம் : சுவர்க் கடிகாரத்தில் ஓர் ஊசல் ஆடிக்கொண்டிருப்பது உங்களுக்குத் தெரியும். கடிகாரத்தின் பிரதானச் சுருள் வில்லுக்குச் சாவி கொடுக்கும்பொழுது அது சுற்றி வைக்கப்படுகிறது. வில் பிரியும்பொழுது பல பற் சக்கரங்களைச் சுழலச் செய்கிறது. ஒன்றோடொன்று தொடர்புடைய இந்தச் சக்கரங்களில் கடைசியான ஒரு பற் சக்கரம் ஊசலின் அலைவினால் கட்டுப்படுத்தப் பெறுகிறது. ஊசலின் ஒவ்வொரு அலைவுக்கும் சக்கரத்தின் ஒரு பல் நகரும். ஆகவே பற் சக்கரங்களின் மூலமாக, பிரதான வில் பிரியும் வேகத்தை ஊசல் கட்டுப்படுத்துகிறது.

கடிகார ஊசலின் நீளம் மாறக்கூடாது. மாறினால் அலைவு நேரமும் மாறுமல்லவா ? ஆகையால் நீளம் அதிகமானால் அலைவு நேரம் அதிகமாகிறது ; அதனால் கடிகாரம் தாமதமாக ஓடும்.

நீளம் குறைந்தால் அலைவு நேரம் குறைந்து கடிகாரம் வேகமாக ஓடும். உஷ்ணநிலை மாறுபாடுகளால் நீளம் பாதிக்கப்படக் கூடும். அக்காலங்களில் நீளத்தைச் சரிப்படுத்த ஊசல் குண்டுக்குக் கீழேயுள்ள ஒரு திருகை உபயோகிக்கலாம். சிறு கடிகாரங்களில் ஊசல் இல்லை. அதற்குப் பதிலாகச் சமநிலைச் சக்கரமும் மயிரிழை வில்லும் (balance wheel and hair spring) அமைந்திருக்கின்றன. இவை ஊசலைப்போல் அலைவதால், கடிகாரத்தின் பற்சக்கரங்கள் கட்டுப்படுத்தப் ெ று கின்றன.

உதாரணக் கணக்கு: ஓர் ஊசலின் நீளம் 50 செ. மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது அதன் அலைவு நேரம் 1·41 செகண்டு. (a) நீளம் இரு மடங்காகும்பொழுது, (b) வீச்சு இருமடங்காகும்பொழுது—அதன் அலைவு நேரம் என்ன?

(a) நீளம் இரு மடங்காகும்பொழுது அலைவு நேரம் x செகண்டு என்று வை. ஊசல் விதிப்படி, $\frac{L}{T^2}$ சமமாயிருக்க வேண்டும்.

L	T	T^2
50 c.m.	1·41	1·99
100 c.m.	x	x^2

$$\therefore \quad \frac{100}{x^2} = \frac{50}{1{\cdot}99}$$

$$x^2 = \frac{100 \times 1{\cdot}99}{50}$$

$$= 2 \times 1{\cdot}99$$

$x = 2$ செகண்டு (சுமார்).

(b) அலைவு நேரம் வீச்சைப் பொறுத்து மாறுபடாதாகையால், வீச்சு இரு மடங்கானாலும் அலைவுநேரம் 1·41 செகண்டு இருக்கும்.

கேள்விகள்

1. இயற்கையில் காலத்தின் அலகு யாது ?

2. விஞ்ஞானிகள் 'காலத்தின் அலகு' என்று கொண்டிருப்பது என்ன ? இதன் மதிப்பு எவ்வளவு ?

3. தனி ஊசலை எப்படி அமைக்கவேண்டும் ?

4. தொங்குதானம், அலைவுத்தானம்—இவற்றை விளக்குக.

5. ஊசலின் நீளம், அலைவு, வீச்சு, அலைவுநேரம்—இவற்றின் இலக்கணம் கூறுக.

6. ஊசலின் நீளத்தை எப்படி அளக்கலாம் ?

7. 55 செ.மீ. நீளமுள்ள ஊசலை எப்படி அமைக்கலாம் ?

8. நிறுத்து கடிகாரம் என்றால் என்ன ? அதன் உபயோகம் என்ன ?

9. ஊசலின் விதிகளைக் கூறுக.

10. ஊசலின் நீளத்துக்கும் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை எப்படி நிரூபிக்கலாம் ?

11. 'ஊசலின் சமகாலத்துவம்' என்றால் என்ன ?

12. 'செகண்டு ஊசல்' என்றால் என்ன ?

13. பெரிய சுவர்க் கடிகாரத்தில் ஊசல் ஏன் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது ?

14. ஓர் ஊசலின் நீளம் 100 செ. மீ. ஆக இருக்கும்பொழுது அதன் அலைவு நேரம் 2 செகண்டு. ஊசலின் நீளம் எவ்வளவு இருந்தால் அலைவு நேரம் (a) 1·5 செகண்டு, (b) 2·2 செகண்டு ஆகும் ?

15. ஒரு செகண்டு ஊசலின் நீளம் 99 செ. மீ. 176 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் ஊசலின் அலைவு நேரம் என்ன ?

செய்முறைப் பயிற்சி

தனி ஊசல் ஒன்றை அமைத்து, ஊசலின் நீளத்துக்கும் அலைவுநேரத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் கண்டுபிடி.

2. திரவங்களில் அழுத்தம்

(திரவங்களில் மேல் நோக்கிய, கீழ் நோக்கிய, பக்கம் நோக்கிய அழுத்தங்கள். அழுத்தம் செலுத்துகை.)

திரவங்களின் இயல்புகள் : எல்லாப் பொருள்களும் திடநிலே, திரவநிலே, வாயுநிலே ஆகியவற்றில் ஏதோ ஒரு நிலேயிலிருக்கும். கல், மரக்கட்டை, உப்பு போன்றவை திடப்பொருள்கள் ; நீர், எண்ணெய் போன்றவை திரவப் பொருள்கள் ; காற்று, கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு, நீராவி போன்றவை வாயுப் பொருள்கள். திடப்பொருளுக்குக் குறிப்பிட்ட வடிவம் உண்டு ; திரவங்களுக்கும் வாயுக்களுக்கும் குறிப்பிட்ட வடிவம் இல்லே. இவை இரண்டும் **பாய் பொருள்கள்** (fluids) என்று சொல்லப்படும்.

எல்லாப் பொருள்களுக்கும் புவிஈர்ப்பினுல் எடை உண்டு. எடை காரணமாக எல்லாப் பொருள்களும் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் திறனுடையவை. திரவங்களும் வாயுக்களும் பாய்பொருள்களாகையால் அவை பக்கம் நோக்கியும் மேல் நோக்கியும் அழுத்தும் திறனேயும் பெற்றுள்ளன.

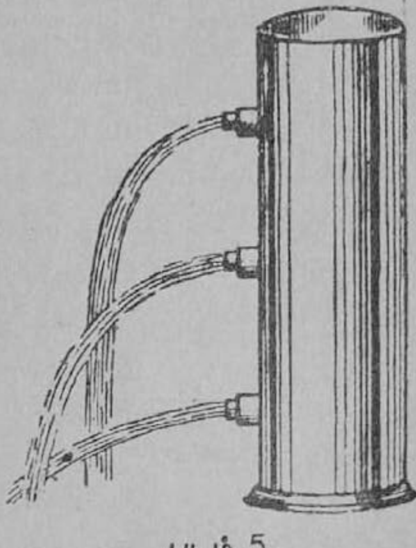
அழுத்தத்தின் அலகுகள் : ஒரு மேஜையின்மீது 1000 கிராம் எடையுள்ள கல்லே வைத்திருந்தால், கல், மேஜையைக் கீழ்நோக்கி அழுத்துகிறது. இவ்வாறு அழுத்தும் மொத்த விசை 1000 கிராம் எடையாகும். ஒரு பரப்பின்மீது தாக்கும் மொத்த விசையை **உந்து விசை** (thrust) என்று சொல்வார்கள். அந்த 1000 கிராம் கல், 25 சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பின்மீது தாக்குவதாக வைத்துக்கொள்வோம். ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பின்மீது தாக்கும் விசை எவ்வளவு? இது $\frac{1000}{25}=40$ கிராம் ஆகும். ஒரு சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பில் தாக்கும் விசையை **அழுத்தம்** (pressure) என்பர். ஆகையால்,

$$\text{அழுத்தம்} = \frac{\text{உந்துவிசை}}{\text{பரப்பு}}$$

இதையே, $p = \dfrac{F}{A}$ என்று குறிக்கலாம்.

அழுத்தத்தை அளந்து சொல்லும்பொழுது, சதுர சென்டி மீட்டருக்கு 40 கிராம், அல்லது சதுர அங்குலத்திற்கு 60 பவுண்டு, என்று அலகுகளையும் குறிப்பிடவேண்டும்.

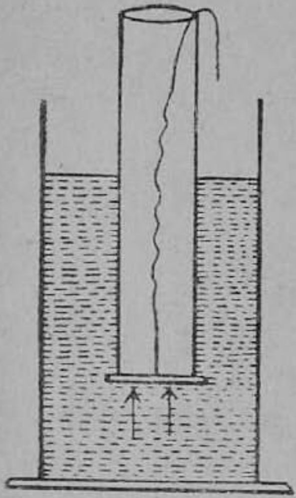
திரவத்தின் பக்கம் நோக்கிய அழுத்தம்: படத்தில் காட்டியது போன்ற ஒரு நீண்ட குவளையை எடுத்துக்கொள். அதில் ஒரு பக்கத்தில் வெவ்வேறு உயரங்களில் மூன்று அல்லது நான்கு துளைகள் இருக்கும். துளைகளைத் தக்கைகளால் அடைத்து விட்டுக் குவளையை நீரால் நிரப்பு. பிறகு ஒரே சமயத்தில் தக்கைகளை எடுத்துவிடு. துளைகளிலிருந்து நீர்த்தாரைகள் வெளியேறுகின்றன; ஆகவே நீருக்குப் பக்கம் நோக்கிய அழுத்தம் உண்டென்பதை இச் சோதனை காட்டுகிறது. மேலும், அடித்துளையிலிருந்து வெளியேறும் நீர் வெகு தூரத்தில் சென்று விழுகிறது. மேல் துளைகளிலிருந்து வெளியேறும் நீர்த்தாரைகள் குவளைக்கு அருகிலேயே விழுகின்றன. ஆகவே ஆழம் அதிகமானல் அழுத்தமும் அதிகமாகிறது.



படம் 5.
நீரின் பக்கம்நோக்கிய அழுத்தம்

மேல்நோக்கிய அழுத்தம்: ஓர் உலோகத் தகட்டின் மையத்திலுள்ள கொக்கியில் ஒரு நூலைக் கட்டு. இருபுறமும் திறந்துள்ள அகன்ற கண்ணடிக் குழாயின் வழியே நூலைப் போக்கி, இழுத்துப் பிடித்து, உலோகத் தட்டினல் குழாயின் ஒரு முனையை மூடு. இந்த ஏற்பாட்டை, ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள ஆழமான நீரில் இறக்கி நூலை விட்டுவிடு. இப்பொழுது உலோகத் தகடு கீழே விழுவதில்லை. ஆகையால், தகட்டிற்குக் கீழேயுள்ள நீரின் மேல்நோக்கிய அழுத்தத்தினல், தகடு தாங்கப்படுகிறது.

இந்த நிலையில், குழாய்க்குள் நீரை ஊற்று. இப்பொழுது தகட்டின் மீதுள்ள நீர், தகட்டைக் கீழ் நோக்கி அழுத்துகிறது. நீரை மேன்மேலும் ஊற்று. உள் நீர்மட்டமும் வெளி நீர்மட்டமும் கிட்டத்தட்ட சமமாகும்பொழுது, தகடு நீருக்குள் கீழே விழுந்துவிடுகிறது. ஆகையால் ஒரு திரவத்தில் ஒரு குறித்த புள்ளியில் மேல்நோக்கிய அழுத்தமும் கீழ்நோக்கிய அழுத்தமும் சமமாயிருக்கும் என அறிகிறோம்.



படம் 6.
நீரின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம்

ஒரு திரவத்தில் ஒரு குறித்த ஆழத்தில் **உள்ள அழுத்தம் :** சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஜாடிகளை எடுத்துக்கொள். ஒரு ஜாடியில் h செ. மீ. உயரத்திற்கு ஒரு திரவத்தை ஊற்று. அதன் குறுக்குப் பரப்பு A சதுர செ. மீ. ஆக இருக்கட்டும். திரவத்தின் அடர்த்தி d கிராம்/கன செ. மீ. என்று கொள். பாத்திரத்தின் அடிப்பீடத்தில் என்ன அழுத்தம் என்று பார்ப்போம்.

பாத்திரத்தில் உள்ள திரவத்தின் கன அளவு $= Ah$ க. செ. மீ.

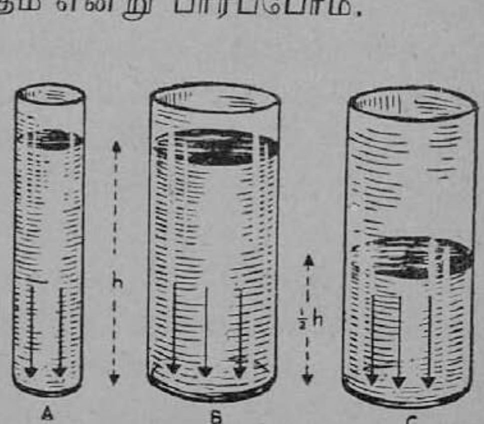
அந்தத் திரவத்தின் எடை $= Ahd$ கிராம்.

இதுதான் அடிப் பீடத்திலுள்ள உந்துவிசை, அல்லது மொத்த விசை.

$\therefore$ அழுத்தம்

$= \frac{Ahd}{A}$ கி./சதுர செ. மீ.

$\therefore p = hd.$



படம் 7. திரவ அழுத்தமும் உயரமும்
A, B, C-ஜாடிகளில் திரவங்கள்

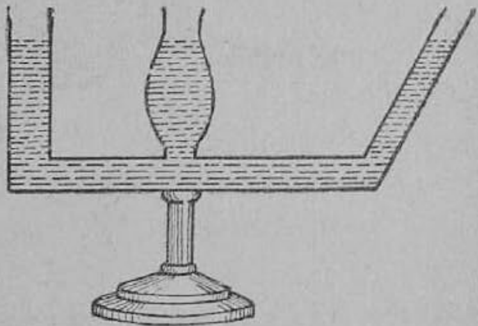
ஒரு திரவத்தில் ஒரு புள்ளியிலுள்ள அழுத்தம், அந்தப் புள்ளியின் ஆழத்தையும், திரவத்தின் அடர்த்தியையும் பெருக்கி

வந்த தொகையாகும். இந்த அழுத்தம் பாத்திரத்தின் குறுக்குப் பரப்பைப் பொறுத்ததன்று.

சம உயரமுள்ள இரு திரவங்கள் இரண்டு ஜாடிகளில் இருந்தால், அவற்றினல் பீடத்தில் ஏற்படும் அழுத்தம், அவற்றின் அடர்த்தியைப் பொறுத்திருக்கும்.

இரண்டு பாத்திரங்களில் ஒன்றில் h உயரத்திற்கும், மற்ருென்றில் $\frac{h}{2}$ உயரத்திற்கும் அதே திரவத்தை ஊற்றினல், அடிப்பீட அழுத்தம், முன்னதைப்போல் பின்னதில் பாதியளவு இருக்கும்.

நீர் தன் மட்டத்தை அடைதல் : ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள திரவம் அசையாமலிருக்கும்பொழுது அதன் மேல்மட்டம் ஒரே கிடைமட்டமாக இருக்கும். அந்த மட்டத்திலிருந்து கீழே ஒரே ஆழத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் உள்ள அழுத்தம் hd ஆக இருக்குமல்லவா ? ஆகவே, அசையாமலிருக்கும் ஒரே திரவத்தினுள் சம மட்டத்திலுள்ள இரு புள்ளிகளில் அழுத்தம் சமமா யிருக்க வேண்டும். இக் காரணத்திஞல்தான் இணைப்புள்ள பாத்திரங்களிலோ குழாய்களிலோ ஒன்றில் தண்ணீரை ஊற்றினல், எல்லாப் பாத்திரங்களிலும் குழாய்களிலும் தண்ணீர் சம உயரத்திற்கு நிற்கிறது.

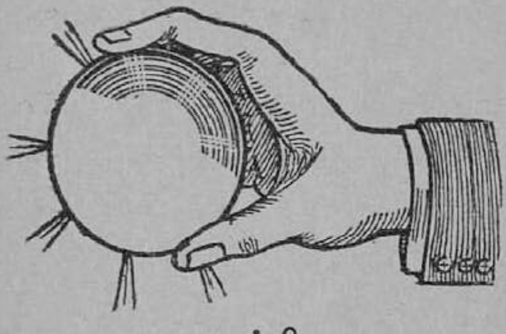


படம் 8.
நீர் தன்மட்டத்தை அடைதல்

திரவ அழுத்தத்தினல் ஏற்படும் சில விளைவுகள் : திரவங்களின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் காரணமாகவே ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் திடப் பொருள் எடை குறைந்து காணப்படுகிறது. சில திடப் பொருள்கள் சில திரவங்களில் மிதக்கின்றன. அப்படி மிதக்கும் ஒரு திடப் பொருளின் எடையை, திரவத்தின் மேல்நோக்கிய அழுத்தம் தாங்குகிறது.

நீரின் பக்கம்நோக்கிய அழுத்தம் காரணமாக ஏரிக் கரைகள் சில சமயம் உடைந்து விடுகின்றன. ஆகையால் ஏரிகள், அணைக்கட்டுகள் ஆகியவற்றின் கரைகள் நீரின் பக்கம் நோக்கிய அழுத்தத்தைத் தாங்கும் வலிமை பெற்றிருக்க வேண்டும். மேலும், ஆழம் அதிகமானால் அழுத்தமும் அதிகமாவதால், ஏரிக் கரைகள் கீழே செல்லச் செல்ல அகன்று இருக்கும்படி அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

அழுத்தம் செலுத்துகை—பரிசோதனை : ஒரு டென்னிஸ் ரப்பர் பந்தில் கால் அங்குல விட்டத்திற்கு ஒரு துவாரம் செய். பிறகு வெவ்வேறு இடங்களில் ஐந்தாறு குண்டூசித் துளைகளையும் செய். பந்தை நீரால் நிரப்பு. பெரிய துவாரத்தை ஒரு விரலால் மூடிக் கொண்டு பந்தை விரல்களுக்கு இடையே அழுத்து. ஊசித் துளைகளிலிருந்து நீர்த் தாரைகள் ஒரே வேகத்துடன், பந்தின் மையத்திலிருந்து வருவதைப் போல் (பந்தின் வளை பரப்புக்குச் செங்குத்தாக) வெளியேறுவதைக் கவனி. இதை **பாஸ்கல்** என்பவர் ஒரு விதியாக வெளியிட்டார்.



படம் 9.
பாஸ்கல் விதியை விளக்கும்
ரப்பர்ப் பந்து

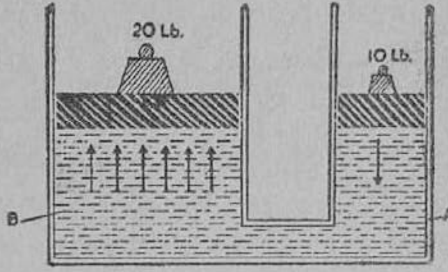
பாஸ்கல் விதி (Pascal's law) வருமாறு :

அசையாதிருக்கும் ஒரு திரவத்தில் ஓரிடத்தில் கொடுக்கப் படும் அழுத்தமானது, அதே அளவில் எல்லாத் திசைகளிலும் செலுத்தப்படுகிறது.

பரிசோதனை : பாஸ்கல் விதியை நிரூபிக்க, 10-ம் படத்தில் காட்டியது போன்ற உபகரணத்தை எடுத்துக் கொள். ஒரு பிஸ்டனை எடுத்துவிட்டு குழாயில் நீர் ஊற்றி, பிறகு பிஸ்டனை மறுபடியும் பொருத்து.

சிறிய குழாய், பெரிய குழாய் இவற்றின் விட்டங்களை அளந்து பரப்பளவு **கணக்கிடு.** (சாதாரணமாக, சோதனைச்

சாலையிலுள்ள உபகரணத்தில், சிறிய குழாயைப் போல் இரண்டு மடங்கு பரப்புக் கொண்டதாகப் பெரிய குழாய் இருக்கலாம். (சிறு பிஸ்டனுடைய குறுக்குப் பரப்பு 1 என்றும், பெரிய பிஸ்டனுடைய குறுக்குப் பரப்பு 2 என்றும் வைத்துக் கொள்வோம்.)



படம் 10. பாஸ்கல் விதியை நிரூபிக்கும் உபகரணம்
A-குறுகிய குழாயும் பிஸ்டனும்
B-அகன்ற குழாயும் பிஸ்டனும்

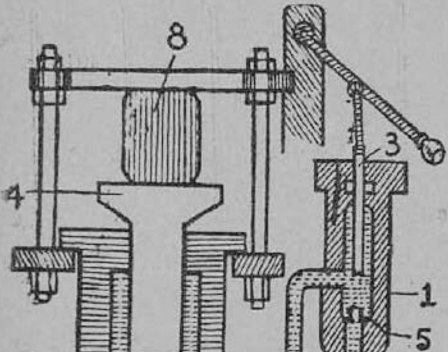
சிறிய பிஸ்டன்மீது 10 கிராம் எடையை வை; இதனால் ஏற்படும் அதிக அழுத்தம் நீரின் வழியாகச் செலுத்தப் பட்டுப் பெரிய பிஸ்டனைத் தூக்குகிறது. பெரிய பிஸ்டன்மீது எடைகளை வைத்து, அது உயராமல் சமநிலையில் நிற்கச் செய். இதற்குத் தேவையான எடை 20 கிராமாக இருப்பதைப் பார்.

சிறிய பிஸ்டன் மீது கொடுக்கப்பட்ட அதிக அழுத்தம் 10 கிராம்/சதுர செ. மீ. இந்த அழுத்தம் அளவில் மாறுமல் எல்லாத் திசைகளிலும் செலுத்தப்படுவதால், பெரிய பிஸ்டனுடைய கீழ்ப் புறத்தில் இந்த அழுத்தம் தாக்குகிறது. ஆனால் பெரிய பிஸ்டனுடைய பரப்பு 2 சதுர செ. மீ. ஆகையால், பெரிய பிஸ்டன் மீது தாக்கும் உந்து விசை 2×10 கிராம் $=20$ கிராம். ஆகையால் பெரிய பிஸ்டன்மீது 20 கிராம் எடை வைத்தால்தான் சமநிலை ஏற்படுகிறது. இந்த உபகரணத்தில், சிறிய பிஸ்டன் மீது வைக்கப்படும் எடையைப் போல் இரண்டு மடங்கு எடையைப் பெரிய பிஸ்டன்மீது வைத்தால்தான் சமநிலை ஏற்படும்.

$$\frac{\text{பெரிய பிஸ்டனுடைய பரப்பு}}{\text{சிறிய பிஸ்டனுடைய பரப்பு}} = \frac{\text{பெரிய பிஸ்டன் மீதுள்ள எடை}}{\text{சிறிய பிஸ்டன் மீதுள்ள எடை}}$$

நீரியல் அழுத்தி (hydraulic press): மேலே செய்த சோதனையில் நாம் கண்ட முடிவு **நீரியல் அழுத்தி** என்னும் எந்திரத்தில் பயன்படுகிறது. இதன் அமைப்பை 11-ஆம் படத்

தில் பார். இதற்கு பிராமா பிரஸ் (Bramah Press) என்ற ஒரு பெயரும் உண்டு. இதில் ஒரு சிறிய பிஸ்டனும் பெரிய பிஸ்டனும் அவற்றிற்குத் தகுந்த சிலிண்டர் வடிவப் பாத்திரங்களில் இயங்குகின்றன. இரண்டு பாத்திரங்களையும் ஒரு குழாய் இணைக்கிறது. சிறிய பிஸ்டனைப் போல் பல மடங்கு பரப்பு உள்ளதாகப் பெரிய பிஸ்டன் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். சிறிய சிலிண்டர் ஒரு விசைப் பம்ப்பு போல் வால்வுகளுடன் அமைந்திருக்கும்.



படம் 11. நீரியல் அழுத்தி

1. சிறு குழாய், 2. பெரிய குழாய், 3. சிறு பிஸ்டன் 4. பெரிய பிஸ்டன், 5, 6. வால்வுகள், 7. இணைப்புக்குழாய், 8. பஞ்சுப் பொதி.

கைப்பிடியை அசைத்துச் சிறிய பிஸ்டனை மேலுங் கீழும் செலுத்தினுல் ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீர், மேலே உயர்த்தப்பட்டு இணைப்புக் குழாய் வழியாகப் பெரிய சிலிண்டர் பாத்திரத்திற்குள் புகுத்தப்படும். சிறிய பிஸ்டன்மீது கொடுக்கப்படும் விசை, பிஸ்டன்களின் பரப்பளவுகளின் விகிதத்தில் பெருக்கப்பட்டுப் பெரிய பிஸ்டனைத் தாக்கி உயர்த்துகிறது. பெரிய பிஸ்டன் மீதுள்ள மேடையில் வைக்கப்பட்டுள்ள பஞ்சுப் பொதி போன்ற பொருள் நன்ருக அழுத்திச் சுருக்கப்படுகிறது.

நீரியல் உயர்த்தி (hydraulic lift), நீரியல் ஜாக்கி (hydraulic jack) என்ற இரு கருவிகள் இதே தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு வேலை செய்கின்றன. பல மாடிகளுள்ள கட்டடத்தில், மேல் மாடிகளுக்குச் செல்ல லிப்ட் (lift) என்ற கருவி உபயோகிக்கப்படுகிறது. தற்காலத்தில் அமைக்கப்படும் லிப்டுகள் மின்சாரத்தினுல் இயங்குகின்றன. மற்ருெரு வகையான நீரியல் லிப்ட் சில கட்டடங்களில் உண்டு. தரைக்

குக் கீழே ஆழமான குழாய்க் கிணறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதில் ஒரு நீண்ட பிஸ்டன் மேலுங் கீழும் செல்லத் தக்க விதத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். தரைக்கு மேல் நீட்டிக் கொண்டுள்ள பிஸ்டன் பகுதியில் ஒரு கூண்டு அமைந்திருக்கும். இதில் ஆட்கள் ஏறி நிற்கலாம். குழாய்க் கிணற்றுக்குள் ஓர் இணைப்புக் குழாய் வழியாக நீரைச் செலுத்தினல் பிஸ்டனும் கூண்டும் உயரும். கிணற்றிலிருந்து நீரை வெளியேற விட்டால் கூண்டு தாழ்ந்து வரும். இதை உபயோகித்து ஜனங்கள் சிரமமின்றி மாடிக்குச் சென்று கீழே வரலாம்.

நீரியல் ஜாக்கி என்ற கருவி மோட்டார் வண்டிகளைத் தூக்கி நிறுத்த உபயோகப்படும். மோட்டார் வண்டியின் கீழிருந்து எஞ்சின் பகுதிகளைப் பழுது பார்க்க இது உதவுகிறது. இந்தக் கருவியின் அமைப்பு நீரியல் அழுத்தி போன்றதே. பெரிய பிஸ்டனின் மேடை தாழ்ந்திருக்கும் பொழுது மோட்டார் வண்டியை அதற்கு நேரே நிறுத்தி விட்டு, பெரிய பிஸ்டன் உயரும்படி கருவியை இயக்குவார்கள். அப்பொழுது மோட்டார் வண்டி கீழிருந்து தூக்கப்படும்.

கேள்விகள்

1. பாய் பொருள்கள் என்ருல் என்ன ?
2. உந்து விசைக்கும் அழுத்தத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தமென்ன ?
3. ஒரு கன அடி நீரின் அடர்த்தி 62·5 பவு./கன அடி. 20 அடி ஆழமுள்ள ஒரு குளத்தின் அடியில் உள்ள அழுத்தம் யாது ?
4. ஏரிக் கரைகள் மேலே ஒடுங்கியும் கீழே செல்லச் செல்ல அகலமாகவும் அமைக்கப்படுவது ஏன் ?
5. பாஸ்கல் விதியைக் கூறுக. ஒரு ரப்பர் பந்தைக் கொண்டு இவ் விதியை எப்படி விளக்கலாம் ?
6. நீரியல் அழுத்தியின் தத்துவம் யாது ?
7. நீரியல் உயர்த்தி, நீரியல் ஜாக்கி என்ற கருவிகளின் உபயோகங்கள் என்ன ?
8. நீரியல் அழுத்தி ஒன்றின் அமைப்பை விளக்கப் படம் வரைக.

செய்முறைப் பயிற்சி

பாஸ்கல் விதியை நிரூபிக்கும் பரிசோதனையைச் செய்து பார்.

3. அடர்த்தி எண்ணும் சம நிலை திரவத் தம்பங்களும்

(அடர்த்தி, அடர்த்தி எண்; சமநிலை திரவத் தம்பங்களைக் கொண்டு திரவங்களின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.)

அடர்த்தி: ஒரு பொருளின் அடர்த்தி (density), என்பது என்ன என்று முன் வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர்கள். ஒரு கன சென்டி மீட்டர் பருமனுள்ள கண்ணாடி, தாமிரம், கல், நீர் முதலிய பொருள்களை எடுத்து எடைகள் கண்டுபிடித்தால் அவை வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக 1 கன செ. மீ. பருமனுள்ள நீர், கண்ணாடி, தாமிரம் ஆகியவற்றின் எடைகள் முறையே 1 கிராம், 2·5 கிராம், 8·9 கிராம் இருக்கும். இவையே பிரெஞ்சு முறையில் அந்த அந்தப் பொருளின் அடர்த்தி ஆகும். இதே போல் பிரிட்டிஷ் முறையில், ஒரு கன அடி பருமனுள்ள பொருளின் எடை எத்தனை பவுண்டு இருக்கிறது என்று கண்டு பிடித்தால் அதுவே அப் பொருளின் அடர்த்தி எனப்படும். உதாரணமாக, பிரிட்டிஷ் முறையில் நீரின் அடர்த்தி ஒரு கன அடிக்கு 62·5 பவுண்டு இருக்கும்.

இரண்டு அளவு முறைகளுக்கும் பொதுவாக, அடர்த்தியின் இலக்கணம் பின்வருமாறு கூறலாம்.

ஓர் அலகு கன அளவுள்ள ஒரு பொருளின் எடை அப் பொருளின் அடர்த்தி எனப்படும்.

ஒரு பொருளின் அடர்த்தி கண்டுபிடிப்பதற்கு, அந்தப் பொருளைத் தராசில் நிறுத்து எடை கண்டுபிடிக்க வேண்டும்; அப் பொருளின் கன அளவையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு அடர்த்தியைப் பின்வருமாறு கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$D = \frac{W}{V}.$$

இந்தச் சூத்திரத்தில் $D =$ அடர்த்தி; $W =$ எடை; $V =$ கன அளவு.

பிரெஞ்சு முறையில் ஒரு பொருளின் அடர்த்தியை ஒரு கன

சென்டி மீட்டருக்கு இவ்வளவு கிராம் என்றும், பிரிட்டிஷ் முறையில் ஒரு கன அடிக்கு இவ்வளவு பவுண்டு என்றும் குறிக்க வேண்டும்.

அடர்த்தி எண் : ஒரு பொருளின் அடர்த்தியை வெவ்வேறு அளவு முறைகளில் கண்டுபிடிக்கும் பொழுது, அடர்த்தியைக் குறிக்கும் எண் மாறுபடும். உதாரணமாக நீரின் அடர்த்தி பிரெஞ்சு முறை அளவில் 1 கிராம்/கன செ.மீ.; பிரிட்டிஷ் முறை அளவில், 62·5 பவு./கன அடி.

ஒரு பொருளைப் **பிரமாணப் பொருளாக** (standard substance) எடுத்துக் கொண்டு அதன் அடர்த்தியுடன் பிற பொருள்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிட்டு விகிதங்கள் கண்டு பிடிக்கலாம். தண்ணீரைப் பிரமாணப் பொருளாகக் கொண்டு, மற்றொரு பொருளின் அடர்த்தியைத் தண்ணீரின் அடர்த்தியுடன் ஒப்பிடலாம். இப்பொழுது கிடைக்கும் விகிதம் வெறும் எண்ணாக இருக்கும் ; அது அளவு முறைகளுக்குத் தகுந்தபடி மாறாது. இப்படி ஒப்பிட்டுக் கிடைக்கும் எண்ணுக்கு, அப்பொருளின் **அடர்த்தி எண்** (specific gravity) அல்லது **ஒப்பு அடர்த்தி** (relative density) என்று பெயர்.

அடர்த்தி எண்ணின் இலக்கணம் : ஒரு பொருளின் அடர்த்திக்கும் நீரின் அடர்த்திக்கும் உள்ள விகிதம் அப்பொருளின் அடர்த்தி எண் எனப்படும்.

உதாரணமாக, தாமிரத்தின் அடர்த்தி (பிரெஞ்சு முறையில்) 8·9 கிராம்/கன செ. மீ. நீரின் அடர்த்தி 1 கிராம்/கன செ. மீ. இவற்றின் விகிதம் $\frac{8\cdot 9}{1} = 8\cdot 9$.

ஆகவே தாமிரத்தின் ஒப்படர்த்தி = 8·9.

தாமிரத்தின் அடர்த்தியையும் நீரின் அடர்த்தியையும் பிரிட்டிஷ் முறை அளவுகளில் கண்டுபிடித்து வகுத்தாலும் இதே 8·9 கிடைக்கும்.

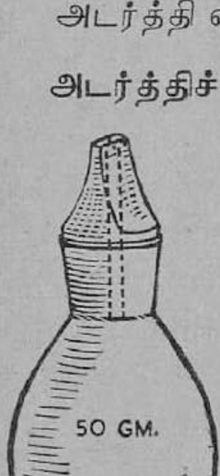
தாமிரத்தின் ஒப்படர்த்தி 8·9 என்பதன் கருத்து என்ன? தாமிரத்தின் அடர்த்தி, நீரின் அடர்த்தியைப் போல் 8·9 மடங்கு இருக்கும் என்பதே இதன் பொருள். மேலும், ஏதோ ஒரு கன அளவுள்ள தாமிரத்தின் எடை, அதே கன அளவுள்ள நீரின்

எடையைப் போல் 8·9 மடங்கு இருக்கும் என்பதும் இதிலிருந்து பெறப்படும்.

ஒரு பொருளின் அடர்த்தி எண் கண்டு பிடிப்பதற்கு, பொருளின் எடையையும் அதே கன அளவுள்ள நீரின் எடையையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு பின்னுள்ள சூத்திரத்தின்படி அடர்த்தி எண் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{பொருளின் எடை}}{\text{சம கனஅளவு நீரின் எடை}}$$

அடர்த்திச் சீசா : ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டு பிடிக்க அடர்த்திச் சீசா (density bottle) என்ற உபகரணத்தை உபயோகிக்கலாம். இந்தச் சீசாவின் அடைப்பானில் ஓர் ஒடுங்கிய துவாரம் இருக்கிறது. சீசாவைத் திரவத்தால் நிரப்பி அடைப்பானைப் பொருத்தினால், சிறிது திரவம் துவாரத்தின் வழியாக வெளியேறி விடும். பிறகு சீசாவின் வெளிப் புறத்தை நன்றாகத் துடைத்துவிட வேண்டும். வெவ்வேறு திரவங்களை இதில் நிரப்பினால், அவற்றின் கன அளவுகள் துல்யமாகச் சமமாயிருக்கும். ஒரு திரவத்தினால் சீசாவை நிரப்பிய பிறகு இதைக் கழுத்துப் பகுதியைப் பிடித்தே தூக்க வேண்டும்.



படம் 12.
அடர்த்திச் சீசா

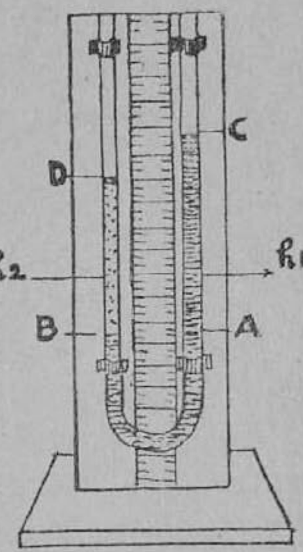
பரிசோதனை : காலியான அடர்த்திச் சீசாவின் எடை கண்டுபிடி. பிறகு அதில் நீரை நிரப்பி எடை கண்டு பிடி. பிறகு நீரைக் கொட்டிவிட்டு, உட்புறத்தை உலர்த்திய பின், கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தினால் நிரப்பி எடை கண்டுபிடி. திரவத்தின் ஒப்படர்த்தியைப் பின்வருமாறு கணக்கிடு :

காலிச் சீசாவின் எடை	=	a	கிராம்.
(சீசா + நீர்) எடை	=	b	,,
(சீசா + திரவம்) எடை	=	c	,,
∴ சீசாவை நிரப்பும் நீரின் எடை	=	$(b-a)$	,,
சீசாவை நிரப்பும் திரவத்தின் எடை	=	$(c-a)$	,,

$$\left.\begin{array}{l}\text{திரவத்தின்}\\ \text{அடர்த்தி எண்}\end{array}\right\} = \frac{\text{திரவத்தின் எடை}}{\text{சமகன அளவு நீரின் எடை}} = \frac{c-a}{b-a}.$$

சில பொருள்களின் அடர்த்தி எண்கள் இந்நூலின் இறுதியி லுள்ள பிற்சேர்க்கையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

சமநிலை திரவத்தம்பங்கள்: படத்தில் காட்டியபடி ஒரு மரத் தாங்கியில் பிணைக்கப்பட்டுள்ள U-வடிவக் குழாய் ஒன்றை எடுத்துக்கொள். அதன் இருபக்கங்களும் இரு **புயங்கள்** (arms) என்று சொல்லப்படும். ஒரு புயத்தின் வழியே தண்ணீரை ஊற்று. சுமார் பாதி உயரம் வரை தண்ணீர் நிற்கட்டும். இப்பொழுது இரு புயங்களிலும் ஒரே உயரத்திற்கு நீர் நிற்கும். பிறகு ஒரு புயத்தின் வழியே சுமார் 10 செ.மீ. உயரம் நிற்கும்படி கெரசினை (மண்ணெண்ணெய்) ஊற்று. கெரசின் நீருடன் கலக்காமல், நீருக்குமேலே அந்தப் புயத்தில் நிற்கிறது.



படம் 13. U-வடிவக் குழாய்
AC-திரவத்தம்பம்
BD-நீர்த்தம்பம்

கெரசினுடைய மேல் மட்டத்தையும் மறு புயத்தில் நீரின்மேல் மட்டத்தையும் பார். இவை வெவ்வேறு உயரங்களில் இருக்கின்றன. கெரசின், நீர் இவற்றின் அடர்த்திகள் வெவ்வேரு யிருப்பதே இதற்குக் காரணம்.

ஒரு புயத்தில் கெரசினும் நீரும் பிரியும் மட்டம் இருக்கிறது. இதில் நீரில் உள்ள A என்ற ஒரு புள்ளியையும், அதே மட்டத்தில் மறு புயத்தில் உள்ள B என்ற ஒரு புள்ளியையும் கருதுவோம். இவை இரண்டும் நீரில் சமமட்டத்தில் உள்ளன. ஆகவே இவற்றில் உள்ள அழுத்தங்கள் சமமாயிருக்க வேண்டும். 'A'க்கு மேல் கெரசின் ஒரு தம்பமாகவும் (column), 'B'க்கு மேல் நீர் ஒரு தம்பமாகவும் நிற்கின்றன.

'A'க்கு மேல் உள்ள கெரசின் தம்பத்தின் உயரம் h_1 செ. மீ. என்றும், கெரசினுடைய அடர்த்தி d_1 என்றும் கொள்வோம். இந்த கெரசின் தம்பத்தின் அழுத்தம் h_1d_1 கி./சதுர செ. மீ.

'B'க்கு மேல் உள்ள நீர்த் தம்பத்தின் உயரம் h_2 செ. மீ. ஆகவும், நீரின் அடர்த்தி d_2 ஆகவும் இருக்கட்டும். நீர்த் தம்பத்தின் அழுத்தம் $=h_2d_2$ கி./சதுர செ. மீ.

முன் கூறியபடி 'A' யிலும் 'B' யிலும் அழுத்தம் சமமா யிருக்கவேண்டும்.

$$\therefore \quad h_1d_1=h_2d_2.$$

$$\therefore \quad \frac{d_1}{d_2}=\frac{h_2}{h_1}$$

$$\therefore \frac{\text{திரவத்தின் அடர்த்தி}}{\text{நீரின் அடர்த்தி}}=\frac{\text{நீர்த்தம்ப உயரம்}}{\text{திரவத்தம்ப உயரம்}}$$

$$\therefore \left.\begin{array}{c}\text{திரவத்தின் அடர்த்தி}\\ \text{எண்}\end{array}\right\}=\frac{\text{நீர்த்தம்ப உயரம்}}{\text{திரவத்தம்ப உயரம்}}$$

U-வடிவக் குழாயில் மேலே கூறியபடி அமைந்த திரவத் தம்பமும் நீர்த்தம்பமும் சம அழுத்த முள்ளவைகளாக இருக் கின்றன. இவை ஒன்றை யொன்று சமநிலைப் படுத்துகின்றன. ஆகையால் இவற்றைச் **சம நிலை திரவத்தம்பங்கள்** (balancing columns) என்று சொல்வார்கள்.

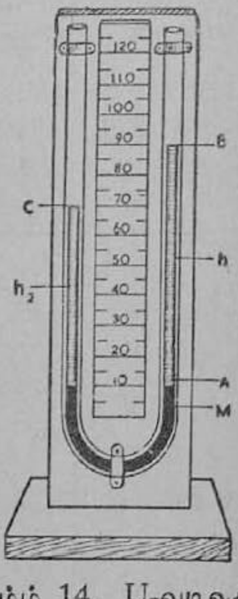
U-வடிவக் குழாயின் இரு புயங்களும் ஒரே குறுக்குப் பரப் புடன் இருக்க வேண்டுவதில்லை. ஒரு புயம் அகலமாகவும் மற்ருெரு புயம் குறுகலாகவும் இருக்கலாம். ஒரு திரவத் தம்பத்தின் அழுத்தம் குறுக்குப் பரப்பைப் பொறுத்திராது ; உயரத்தை மட்டுமே பொறுத்திருக்கிறது.

U-வடிவக் குழாயைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்—பரிசோதனை : நீருடன் கலக்காத திரவம் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், முதலில் நீரையும், பிறகு அடர்த்தி குறைவான கெரசின் போன்ற திரவத்தையும் ஊற்றி திரவத்தம்பங்களை அமைத்துக்கொள். நீரும் திரவமும் பிரியும் மட்டம், நீரின் மேல்மட்டம், திரவத்தின் மேல்மட்டம் ஆகிய வற்றை, தாங்கியில் பொருத்தியுள்ள அளவு கோலில் அள.

நீர்த்தம்ப உயரத்தையும் திரவத்தம்ப உயரத்தையும் கணக்கிடு. மேலும் சிறிதளவு திரவம் ஊற்று. இப்பொழுது திரவத் தம்பங்களின் உயரங்கள் மாறியிருக்கும். திரவமட்டங்களை முன்போல் அளந்து குறி. இதேபோல் நாலைந்து அளவீடுகளை எடுத்துப் பின் வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தி, சராசரி அடர்த்தி எண் கணக்கிடு.

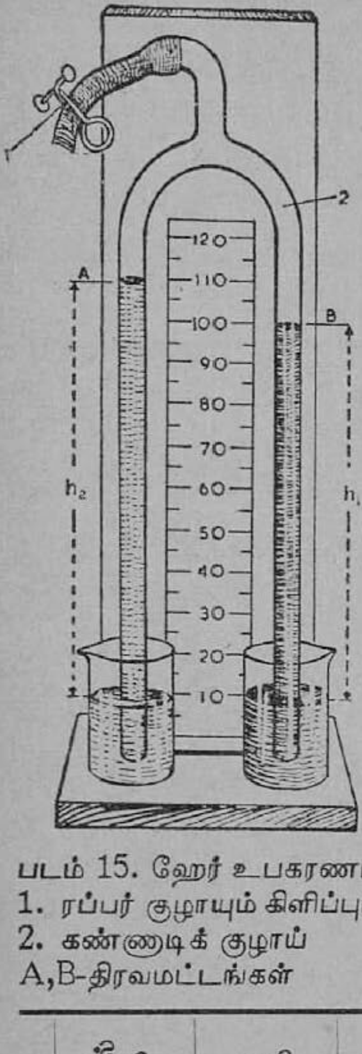
எண்	திரவங்கள் பிரியும் மட்டம்	நீரின் மேல்மட்டம்	திரவத்தின் மேல்மட்டம்	நீர்த் தம்பம் (h_1)	திரவத் தம்பம் (h_2)	அடர்த்தி எண் h_1/h_2
1	20 செ. மீ.	35 செ. மீ.	39 செ. மீ.	15செ.மீ.	19செ.மீ.	·79
2						
3						
4						
					சராசரி	

நீருடன் கலக்கும் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்: கொடுக்கப்பட்ட திரவம் ஆல்கஹால் அல்லது நீரில் உப்பு கரைந்த கரைசலாக இருந்தால், மேலே கூறியபடி அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்க முடியாது. அப்பொழுது U-வடிவக் குழாயின் வளைவுப் பகுதியில் பாதரசம் ஊற்றிக் கொண்டு, பிறகு ஒரு புயத்தில் நீரும் மற்றொரு புயத்தில் திரவமும் ஊற்ற வேண்டும். அளவெடுக்கும் பொழுது பாதரச மட்டங்கள் சமமாயிருக்கும்படி திரவத் தம்பங்களின் உயரங்கள் இருக்கவேண்டும்.



படம் 14. U-வடிவக் குழாய். M-பாதரசம், AB-ஆல்கஹால், C-நீர் மட்டம்.

ஹேர் உபகரணம்: இது, 15-ம் படத்தில் காட்டியதுபோல் அமைந்திருக்கும். ஒரு முகவையில் நீரும் மற்றொரு முகவையில் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய



படம் 15. ஹேர் உபகரணம்
1. ரப்பர் குழாயும் கிளிப்பும்
2. கண்ணடிக் குழாய்
A, B-திரவமட்டங்கள்

திரவமும் எடுத்துக் கொண்டு புயங்களுக்குக் கீழே அமைக்க வேண்டும். பிறகு, கிளிப்பைத் (clip) தளர்த்திக் கொண்டு சிறிது காற்றை உறிஞ்சினல், திரவமும் நீரும் புயங்களில் உயரும். பிறகு கிளிப்பை இறுக்கிவிட்டால், திரவத் தம்பங்கள் உயர்ந்த நிலையில் நிற்கும். முகவையிலுள்ள திரவ மட்டத்திற்கும் புயத்திலுள்ள திரவமட்டத்திற்கும் வித்தியாசம் கண்டுபிடித்தால், திரவத்தம்ப உயரம் தெரியும். இதேபோல் நீர்த்தம்ப உயரத்தையும் கண்டுபிடிக்கலாம். U-வடிவக் குழாயில் உபயோகித்த சூத்திரப்படியே இதிலும் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

திரவத் தம்பங்கள் வெவ்வேறு உயரமிருக்கும்படி செய்து நாலைந்து அளவீடுகளை எடுத்துச் சராசரி அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

எண்	முகவையில் நீர்மட்டம்	குழாயில் நீர்மட்டம்	நீர்த்தம்பம் (h_1)	முகவையில் திரவமட்டம்	குழாயில் திரவமட்டம்	திரவத்தம்பம் (h_2)	அடர்த்தி எண் h_1/h_2
1	5 செ.மீ.	15 செ.மீ.	10 செ.மீ.	6 செ. மீ.	14·5 செ.மீ.	8·5 செ.மீ.	1·18
2							
3							
4							

சராசரி =

நீருடன் கலக்கும் திரவமாயிருந்தாலும், கலக்காத திரவமாயிருந்தாலும் ஹேர் உபகரணத்தை உபயோகித்து அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்கலாம்.

கேள்விகள்

1. அடர்த்தி, அடர்த்தி எண்—இவற்றின் இலக்கணம் கூறுக.

2. ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தியை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

3. பாதரசத்தின் அடர்த்தி எண் 13·6 என்பதன் கருத்து என்ன?

4. அடர்த்திச் சீசாவை உபயோகித்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

5. சமநிலை திரவத்தம்பங்களில் ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் வாய்பாடு யாது?

6. U-வடிவக் குழாயைக் கொண்டு (*a*) நீரில் கலக்கக் கூடிய திரவம், (*b*) நீருடன் கலக்காத திரவம்—இவற்றின் அடர்த்தி எண்களை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

7. ஹேர் உபகரணத்தின் படம் வரைக. திரவத்தம்பங்களின் உயரங்களைப் படத்தில் குறி.

8. U-குழாய், ஹேர் உபகரணம்—இக்கருவிகளில் குழாய்களின் குறுக்குப் பரப்பு சமமாக இல்லாவிட்டால், அவற்றை அடர்த்தி எண் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்த முடியுமா? ஏன்?

9. ஒரு U-வடிவக் குழாயில் நீர்த்தம்பத்தின் உயரம் 20 செ. மீ. அதைச் சமநிலைப்படுத்தும் (*a*) ·8 அடர்த்தி எண் உள்ள ஆல்கஹால், (*b*) 1 அடர்த்தி எண் உள்ள உப்புக்கரைசல்—இவற்றின் உயரங்கள் என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. அடர்த்திச் சீசாவைக் கொண்டு ஆல்கஹாலின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

2. U-வடிவக் குழாயைக் கொண்டு கெரசின் எண்ணெயின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

3. ஹேர் உபகரணத்தைக் கொண்டு தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல் அல்லது சாதாரண உப்புக் கரைசலின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

4. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்

(ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபித்தல். திட, திரவப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.)

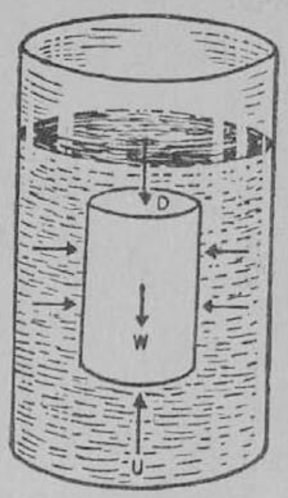
நீரில் மூழ்கிய திடப் பொருள் எடை இழந்ததாகக் காணப் படுதல் : ஒரு கிணற்றில் நீர் இறைக்கும் பொழுது, பாத்திரம் நீருக்குள் நன்ருக மூழ்கியிருந்தால், அதன் எடை மிகக் குறை வாயும், நீர் மட்டத்திற்கு வெளியே வந்தால் எடை அதிகமாகவும் காணப்படுவதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். ஒரு குளத்தில் குளிக்கும்பொழுது நீரில் மூழ்கிக் கிடக்கும் பெரிய கல்லை எளிதில் தூக்கி விடலாம் ; அதே கல் நீர் மட்டத்துக்கு மேலிருந் தால் தூக்குவது எளிதாயில்லை. இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து நீரில் ஒரு திடப்பொருள் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது அதன் எடை குறைவாகக் காணப்படுகிறது என்று அறிகிரேம்.

கிறிஸ்து பிறப்பதற்குமுன் வாழ்ந்திருந்த **ஆர்க்கிமிடீஸ்** என்ற விஞ்ஞானி, ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கி யிருக்கும்பொழுது எவ்வளவு எடை குறைந்ததாகக் காணப் படும் என்பதைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்து, அந்த எடைக் குறைவின் அளவைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் கண்டுபிடித்த உண்மையே **ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்** (Principle of Archimedes) என்று பெயர் பெற்றுள்ளது.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் : ஒரு திடப் பொருள் ஒரு திரவத் தில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது ஏற்படுவதாகக் காணப்படும் எடைக் குறைவு, அப்பொருளினுல் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடைக்குச் சமம்.

மூழ்கியிருக்கும் பொருளின் எடை குறைந்து காணப் படுவது ஏன் ? 16-ம் படத்தில் காட்டியிருப்பதுபோல் ஒரு சிலிண்டர் வடிவப் பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கட்டும். சிலிண்டரின் நாலா பக்கங்களிலும் உள்ள திரவம் சிலிண்டரை அழுத்துகிறது. பக்கங்களில் உள்ள திரவம் சிலிண்டரின் பக் கங்களுக்குச் செங்குத்தாக அழுத்தும். வலப் பக்கத்திலுள்ள

திரவத்தின் அழுத்தமும் இடப் பக்கத்திலுள்ள திரவத்தின் அழுத்தமும் சமமாயிருப்பதால் இந்த விசைகளின் மொத்தப் பயன் பூஜ்யமாயிருக்கும்.



படம் 16. திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் சிலிண்டரின்மீது தாக்கும் விசைகள்

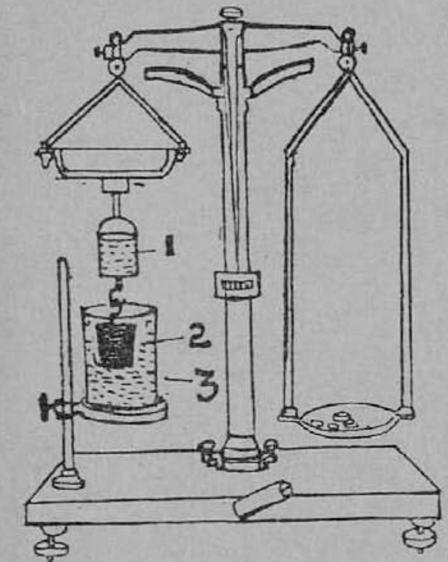
U-மேல்நோக்கிய உந்து விசை, D-கீழ்நோக்கிய உந்து விசை, W-சிலிண்டரின் எடை

சிலிண்டரின் கீழேயுள்ள திரவம் சிலிண்டரை மேல் நோக்கி அழுத்துகிறது. மேலேயுள்ள திரவம் சிலிண்டரைக் கீழ் நோக்கி அழுத்துகிறது. ஒரு திரவத்தில் ஆழம் அதிகமானுல் அழுத்தமும் அதிகமாகும். ஆதலால், திரவத்திஞல் சிலிண்டர்மீது ஏற்படும் மேல் நோக்கிய விசை, கீழ் நோக்கிய விசையைக் காட்டிலும் அதிகமாயிருக்கும். இந்த இரண்டு விசைகளுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் எவ்வளவோ, அவ்வளவே பொருளின் எடை குறைந்ததாகக் காணப்படும். ஆகவே மூழ்கிய பொருள் எடை குறைந்ததாகக் காணப்படுவதற்கு, திரவத்திஞல் ஏற்படும் மேல்நோக்கிய உந்துவிசைதான் காரணமென்று கிறது. பொருளிஞல் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாக இந்த உந்து விசையின் அளவு இருக்குமென்று ஆக்கிமிடீஸ் தத்துவம் கூறுகிறது.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபித்தல்: 17-ம் படத்தில் காட்டியதுபோன்ற குட்டையான தட்டு உள்ள ஒரு தராசின் உதவியால் ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபிக்கலாம். இதற்கு ஒரு கூடும் சிலிண்டரும் (socket and cylinder) தேவை. இந்தக் கூடும் சிலிண்டரும் தனிப்பட்ட அமைப்பு உடையவை. கூட்டுக்குள் சிலிண்டர் துல்யமாகப் பொருந்தும்படி அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. கூட்டுக்குக் கீழேயுள்ள ஒரு கொக்கியில் சிலிண்டரைத் தொங்கவிட்டு, இரண்டையும் குட்டையான தராசுத் தட்டிலிருந்து தொங்க விடு. மறு தட்டில் தேவையான

எடைகளைப் போட்டு, தராசுக் கோல் சமநிலையில் இருக்கும்படி செய்.

ஒரு முகவையில் முக்கால் அளவுக்கு நீர் எடுத்து, அதை சிலிண்டருக்குக் கீழேயிருந்து உயர்த்தி, சிலிண்டர் நீரில் மூழ்கும்படி செய். இப்பொழுது சிலிண்டர் எடை குறைந்து காணப்படுவதால் குட்டையான தட்டு மேலே செல்கிறது. நீரின் மேல் நோக்கிய உந்துவிசையினால் இந்த எடைக் குறைவு ஏற்படுவதை இச்சோதனையில் நன்கு காணலாம். இப்பொழுது மற்றொரு முகவையில் நீர் எடுத்து, கூட்டுக்குள் ஊற்று. கூடு சரியாக நிரம்புமாறு நீர் ஊற்றியவுடன் தராசுக்கோல் முன்போல் சமநிலைக்கு வந்து விடுவதைப் பார்.



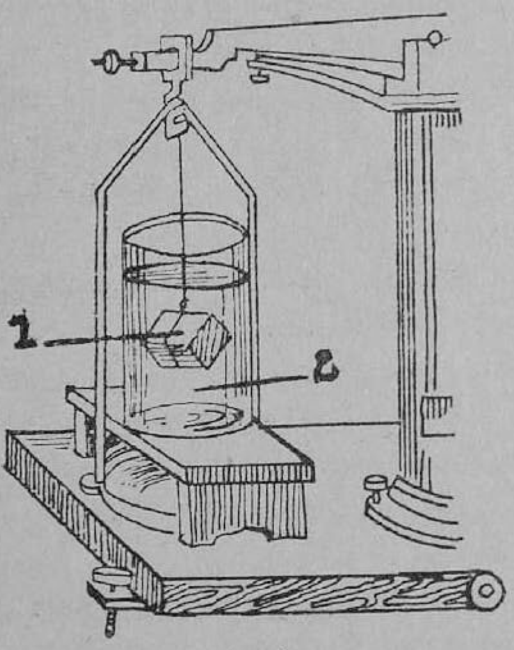
படம் 17. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபித்தல்
1. கூடு, 2. சிலிண்டர், 3. திரவமுள்ள முகவை

ஆகையால் சிலிண்டர் நீரில் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது ஏற்பட்ட எடைக் குறைவும், கூட்டுக்குள் ஊற்றிய நீரின் எடையும் சமம் என்று தெரிகிறது. ஆனால் கூட்டின் கொள்ளளவும் சிலிண்டரின் கன அளவும் சமமாகையால், கூட்டில் ஊற்றப்பட்ட நீரின் கன அளவு சிலிண்டரின் கன அளவுக்குச் சமம். சிலிண்டரின் எடைக் குறைவு, சிலிண்டரினால் இடம் பெயர்ந்த (அதாவது சம கன அளவுள்ள) நீரின் எடைக்குச் சமம்.

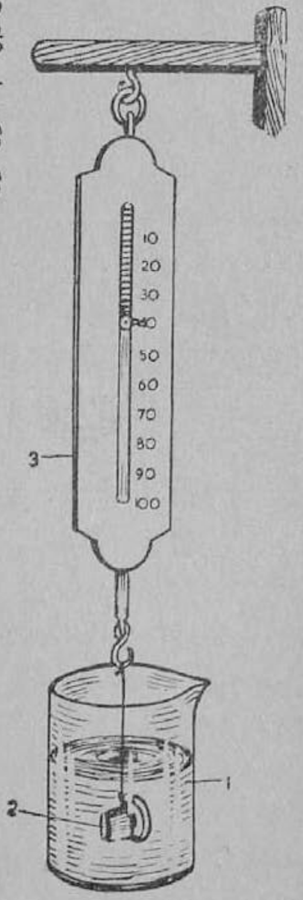
முகவையில் தண்ணீருக்குப் பதிலாக கெரசின், உப்புக் கரைசல் போன்ற பிற திரவங்களை ஒவ்வொன்றாக எடுத்துக் கொண்டு, கூட்டுக்குள் அதே திரவத்தை ஊற்றி இச் சோதனையைத் திரும்பச் செய். ஒவ்வொரு சோதனையிலும், சிலிண்டரின் எடைக் குறைவும், சிலிண்டருக்குச் சமமான கன அள

வுள்ள திரவத்தின் எடையும் சமமாக இருக்கும். எனவே ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம் எல்லாத் திரவங்களிலும் உண்மையானது என்று நிரூபிக்கப்படுகிறது.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின் உபயோகங்கள் : ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி, திரவ, திடப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டு பிடிக்கலாம். திடப் பொருள்களின் கன அளவுகளை அளவு ஜாடியினுல் கண்டு பிடிப்பதைக் காட்டிலும் துல்யமாகக் கண்டு பிடிக்கலாம்.



படம் 18.
பௌதிகத் தராசில், ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் திடப்பொருளின் எடை கண்டு பிடித்தல்.
1. மூழ்கியிருக்கும் திடப்பொருள்
2. மரப்பாலத்தின் மீது முகவையில் திரவம்



படம் 19. வில் தராசில் ஒரு திரவத்தில் திடப் பொருளின் எடை கண்டு பிடித்தல்
1. முகவை நீர்
2. அடைப்பான்
3. வில் தராசு

1. **நீரில் கரையாத பளுவான திடப்பொருளின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்—பரிசோதனை :** ஒரு கண்ணுடி அடைப்

பானைத் தராசில் நிறுத்து எடை கண்டுபிடி. அதை ஒரு மெல்லிய நூலில் கட்டி, தராசுத் தட்டு தொங்கும் கொக்கியிலிருந்து தொங்க விடு. தட்டின் குறுக்காக, தட்டைத் தொடாமல் ஒரு சிறு மரப்பாலத்தை (hydrostatic bench) அமைத்து, அதன் மேல் ஒரு முகவையை வைத்து நீர் ஊற்று. கண்ணாடி அடைப்பான் முகவை நீரில் நன்றாக மூழ்கியிருக்க வேண்டும்; முகவையின் எப்பக்கத்தையும் தொடக்கூடாது. வில் தராசில் எடை கண்டுபிடித்தால், 19-ம் படத்தில் காட்டியுள்ளது போல், ஒரு முகவையில் நீர் எடுத்துக்கொண்டு, பொருளுக்குக் கீழிருந்து முகவையை உயர்த்தி, பொருள் நீரில் நன்றாக மூழ்கியிருக்குமாறு செய்யவேண்டும். நீரில் அடைப்பானின் எடை கண்டுபிடி. அடர்த்தி எண்ணைப் பின்வருமாறு கணக்கிடு:

காற்றில் அடைப்பானின் எடை $= a$ கிராம்

நீரில் அடைப்பானின் எடை $= b$,,

∴ நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை $=(a-b)$,,

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி,

நீரில் அடைப்பான் இழந்த எடை = அடைப்பானுக்குச் சம கனஅளவுள்ள நீரின் எடை.

∴ அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்

$$= \frac{\text{காற்றில் அடைப்பானின் எடை}}{\text{நீரில் அடைப்பானின் எடைக் குறைவு}}$$

$$= \frac{a}{a-b}$$

2. **திடப் பொருளின் கன அளவு கண்டுபிடித்தல்:** மேற் பரிசோதனையில் கண்ணாடி அடைப்பானின் கன அளவையும் கணக்கிட்டு விடலாம். ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி, அடைப்பான் நீரில் இழந்த எடையானது, சம கன அளவுள்ள நீரின் எடைக்குச் சமம். ஆனால் பிரெஞ்சு முறை அளவில், நீரின் அடர்த்தி 1 கிராம்/கன செ. மீ. ஆகவே, $(a-b)$ கிராம் நீரின் கன அளவு $(a-b)$ கன செ. மீ. இருக்கும். இதுவே அடைப்பானின் கன அளவாகவும் இருக்க வேண்டும்.

∴ அடைப்பானின் கன அளவு $=(a-b)$ கன செ. மீ.

3. ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல் இரு திரவங்களிலும் கரையாத கண்ணாடி அடைப்பான் போன்ற ஒரு திடப் பொருள் இந்தப் பரிசோதனைக்குத் தேவை. பின் வருமாறு எடைகளைக் கண்டுபிடித்துத் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடு.

காற்றில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை $= a$ கிராம்
நீரில் அடைப்பானின் எடை $= b$,,
கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் அடைப்பானின் எடை $= c$,,
∴ நீரில் அடைப்பானின் எடைக் குறைவு $=(a-b)$,,
∴ திரவத்தில் அடைப்பானின் எடைக் குறைவு $=(a-c)$,,

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி, இந்த இரண்டு எடைக் குறைவுகளும் முறையே சிலிண்டருக்குச் சமமான கன அளவுள்ள நீரின் எடையும் திரவத்தின் எடையுமாகும்.

$$\therefore \text{ திரவத்தின் அடர்த்தி எண்} = \frac{a-c}{a-b}$$

எடைக் குறைவு பற்றி நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும் விவரங்கள்: ஒரு திடப்பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது ஏற்படும் எடைக் குறைவு அந்தப் பொருளின் (1) கன அளவையும் (2) திரவத்தின் அடர்த்தியையும் பொறுத்திருக்கும்; திடப்பொருளின் அடர்த்தியைப் பொறுத்திராது.

உதாரணமாக, 10 க. செ. மீ. பருமனுள்ள கண்ணாடி, இரும்பு, தாமிரம், தங்கம் ஆகிய எல்லாப் பொருள்களும் நீரில் 10 கிராம் எடை குறையும். 20 க. செ. மீ. பருமனுள்ள பொருளானால் நீரில் அதன் எடை 20 கிராம் குறையும். 30 க. செ. மீ. பொருளின் எடை நீரில் 30 கிராம் குறையும்.

10 க. செ. மீ. பருமனுள்ள பொருளை, ·8 அடர்த்தியுள்ள கெரசனில் நிறுத்தால் $10 \times \cdot 8 = 8$ கிராம் எடை குறையும். அதையே 1·2 அடர்த்தியுள்ள கரைசலில் நிறுத்தால் $10 \times 1\cdot 2 = 12$ கிராம் எடை குறையும்.

உதாரணக் கணக்கு : (1) ஒரு காரீயக் குண்டின் எடை காற்றில் 113 கிராம் இருந்தது ; அதை நீரில் நிறுக்கும்பொழுது அதன் எடை 103 கிராம் இருந்தது. ஈயக் குண்டின் அடர்த்தி எண் என்ன ? கன அளவு என்ன ?

காற்றில் காரீயக் குண்டின் எடை	=	113 கிராம்
நீரில் ,, ,,	=	103 ,,
∴ நீரில் ஈயக் குண்டின் எடைக் குறைவு	=	10 ,,
∴ காரீயத்தின் அடர்த்தி எண் $=\frac{113}{10}$	=	11·3.
ஈயக்குண்டின் பருமன்	=	10 க.செ.மீ.

(2) ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் பருமன் 20 க. செ. மீ. அதன் அடர்த்தி 2·5 கி./க. செ. மீ. நீரில் அதன் எடை என்ன ? 1·25 அடர்த்தி எண் உள்ள ஒரு கரைசலில் அதன் எடை என்ன ?

அடைப்பானின் எடை $= 20 \times 2{\cdot}5$ கி.
$= 50$ கி.

நீரில் அடைப்பானின் எடைக் குறைவு
= 20 க. செ. மீ. நீரின் எடை
= 20 கிராம்.

∴ நீரில் அடைப்பானின் எடை $= 50 - 20$ கி.
$= 30$ கி.

கரைசலில் அடைப்பானின் எடைக் குறைவு
= 20 க. செ. மீ. கரைசலின் எடை
$= 20 \times 1{\cdot}25 = 25$ கிராம்.

∴ கரைசலில் அடைப்பானின் எடை $= 50 - 25$ கி.
$= 25$ கி.

கேள்விகள்

1. ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் திடப் பொருள் ஒன்றின் எடை குறைந்து காணப்படுவது ஏன் ?
2. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைக் கூறுக.
3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை எவ்வாறு நிரூபிக்கலாம் ?

4. ஒரு வில் தராசு, ஒரு முகவையில் கெரசின், ஒரு முகவையில் நீர், ஒரு சிறு கல் ஆகியவை கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கல், கெரசின் ஆகிய வற்றின் அடர்த்தி எண்களை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய்?

5. ஒரு திடப்பொருளின் எடை காற்றில் 15 கிராம்; நீரில் 13 கிராம்.

(a) திடப் பொருளின் கன அளவு என்ன?

(b) அதன் அடர்த்தி எண் என்ன?

6. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியின் நீளம், அகலம், உயரம் ஆகியவை முறையே 10 செ. மீ., 5 செ. மீ., 4 செ. மீ. அதன் அடர்த்தி 2·5 கி./ க. செ. மீ.

(a) நீரில் அதன் எடை என்ன?

(b) ஒரு திரவத்தில் அதன் எடை 260 கிராம் இருந்தால், அந்தத் திரவத்தின் ஒப்படர்த்தி என்ன?

செய்முறைப் பயிற்சி

ஒரு கண்ணாடி அடைப்பான், ஒரு கல் துண்டு, கெரசின், உப்புக் கரைசல் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடி.

5. மிதத்தல்

(பொருள்கள் ஏன் மிதக்கின்றன? அமிழ்தல் மாறும் ஹைடிரோ மீட்டரைக் கொண்டு திரவங்களின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.)

மிதக்கும் பொருள்கள்: கல், கண்ணாடி, மரம், பனிக் கட்டி, தக்கை ஆகியவற்றின் துண்டுகளை ஒரு தொட்டி நீரில் போடுவோம். இவற்றில் கல்லும் கண்ணாடியும் நீரில் மூழ்கி விடுகின்றன. மரம், தக்கை, பனிக்கட்டி ஆகிய பொருள்கள் மிதக்கின்றன. பாதரசத்தின்மீது கல், இரும்பு ஆகிய பொருள்கள் மிதக்கின்றன. ஒரு திடப் பொருள் ஒரு திரவத்தில் முழுகுவதும் மிதப்பதும் எதைப் பொறுத்துள்ளது?

100 கன சென்டி மீட்டர் கன அளவுள்ள ஒரு திடப் பொருள் நீருக்கு நடுவே இருப்பதாகக் கருதுவோம். அதன்மீது தாக்கும் விசைகள் என்ன? புவி ஈர்ப்பினால் அந்தப் பொருள் கீழ் நோக்கி இழுக்கப் படுகிறது; இதுதான் அப்பொருளின் எடை. எனவே அப்பொருளின்மீது அதன் எடையாகிய கீழ் நோக்கிய

விசை தாக்குகிறது. பொருளின் அடர்த்தி, கன சென்டி மீட்டருக்கு d கிராம் ஆனால், இந்த எடையின் அளவு $100d$ கிராம் ஆகும்.

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி, நீரினால் ஏற்படும் மேல் நோக்கிய உந்து விசை (upthrust or buoyancy) யொன்று பொருளின் மீது தாக்கிக் கொண்டிருக்கிறது. இதன் அளவு, பொருளினால் இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடைக்குச் சமம்; அதாவது 100 கன செ. மீ. நீரின் எடைக்குச் சமம். நீரின் அடர்த்தி 1 கி./கன செ. மீ. ஆகையால் 100 க. செ. மீ. திடப் பொருள் நீரில் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது அதன் மீது தாக்கும் மேல் நோக்கிய உந்து விசை 100 கிராம்.

இப்பொழுது பொருளின் எடையாகிய $100d$ கிராமும், நீரின் மேல் நோக்கிய உந்து விசையாகிய 100 கிராமும் ஒன்றையொன்று எதிர்க்கின்றன.

(1) பொருளின் அடர்த்தியாகிய 'd' நீரின் அடர்த்தியை விட (அதாவது 1-க்கு) அதிகமாக இருந்தால், ($d>1$) $100 \times d$ என்பது 100ஐ விட அதிகமாயிருக்கும். ஆகையால் நீரின் நடுவேயுள்ள பொருளை விட்டு விட்டால், அது கீழே செல்லும்; அதாவது மூழ்கும்.

(2) பொருளின் அடர்த்தி, நீரின் அடர்த்திக்குச் சமமாயிருந்தால், ($d=1$), $100d=100$. இப்பொழுது பொருள் நீரின் மட்டத்திற்குக் கீழே எங்கு வைத்தாலும் அங்கு இருக்கும்.

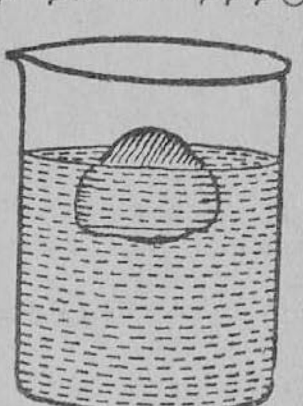
(3) பொருளின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்திக்குக் குறைவாயிருந்தால் ($d<1$), $100d$ என்பது 100-க்குக் குறைவாயிருக்கும். நீரின் மேல்நோக்கிய உந்து விசை பொருளின் எடையைக் காட்டிலும் அதிகமாயிருப்பதால், பொருள் மேலே தள்ளப்பட்டு, நீரின் மட்டத்தில் மிதக்கும்.

மரம், தக்கை, பனிக்கட்டி இவற்றின் அடர்த்தி, நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவாயிருப்பதால் அவை நீரின்மீது மிதக்கின்றன.

நீருக்குக் கூறியதெல்லாம் பிற திரவங்களுக்கும் பொருந்தும். பொதுவாகக் கூறினால், ஒரு திடப் பொருளின் அடர்த்தி,

ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை விடக் குறைவாயிருந்தால், அந்தப் பொருள் அந்தத் திரவத்தில் மிதக்கும். இரும்பின் அடர்த்தி சுமார் 7·5; பாதரசத்தின் அடர்த்தி சுமார் 13·6. ஆகவே இரும்பு பாதரசத்தில் மிதக்கிறது.

மிதக்கும் பொருளில் எவ்வளவு பாகம் அமிழ்ந்திருக்கும்? தக்கை, மரம், பனிக்கட்டி இவை நீரில் மிதக்கும் பொழுது கவனித்துப் பார். தக்கையில் பெரும் பகுதி நீர் மட்டத்திற்கு மேலேயும் சிறு பகுதி நீர் மட்டத்திற்குக் கீழேயும் இருக்கும். ஒரு மரத் துண்டு மிதக்கும் பொழுது பாதிக்குச் சற்று மேலான பாகம் அமிழ்ந்திருக்கிறது; பனிக்கட்டி மிதக்கும் பொழுது பெரும் பகுதி அமிழ்ந்திருக்கிறது; சிறு பகுதி தான் நீர் மட்டத்திற்கு மேலே இருக்கிறது. இதற்குக் காரணமென்ன?



படம் 20. பனிக்கட்டி நீரில் மிதத்தல்

ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி, ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் பொழுது ஏற்படும் மேல் நோக்கிய உந்து விசை, பொருளினால் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடைக்குச் சமம். ஒருபொருள் தாராளமாக மிதக்கும் பொழுது அதன் எடை முழுவதும் நீரின் மேல்நோக்கிய உந்து விசைக்குச் சமமாகி விடுகிறது.

ஆகவே ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் தாராளமாக மிதக்கும் பொழுது, பொருளின் எடையும் பொருளினால் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமமாயிருக்கும் அளவுக்குப் பொருள் திரவத்தில் அமிழ்ந்து நிற்கும். இதை **மிதத்தல் விதி** (law of floatation) என்று சொல்வார்கள்.

மிதத்தல் விதி : ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் தாராளமாக மிதக்கும் பொழுது, பொருளின் எடையும் பொருளினால் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமம்.

கப்பல் மிதப்பதேன் : கப்பலின் அடிப் பகுதி பளுவான இரும்பினால் செய்யப்பட்டிருந்தும் கப்பல் மிதப்பதற்குக் காரண

மென்ன ? கப்பல் கெட்டி இரும்பல்ல; அது உட் குழிவான பொருள். ஆகவே, கப்பலை அமைக்கும் இரும்பு, தனது நிஜப் பருமனை விடப் பல மடங்கு அதிகமான நீரை இடம் பெயரச் செய்கிறது. ஆகவே, கப்பலின் எடையும் அதனுல் இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடையும் எப்பொழுது சமமாகிறதோ அப் பொழுது கப்பல் மேலும் மூழ்காமல் நின்று விடும். குடம், கோப்பை முதலிய பொருள்களும் இவ்வாறே நீரில் மூழ்காமல் மிதக்கக் கூடும்.

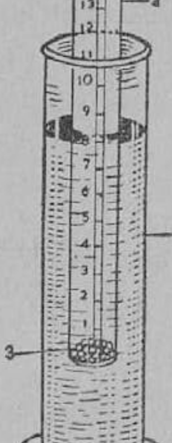
மிதத்தல் விதியை நிரூபிக்கச் சோதனை : ஒரு மரக் கட்டையை ஒரு மெல்லிய நூலில் கட்டி, வில் தராசில் தொங்க விடு. அதன் எடையைக் குறித்துக் கொள். பிறகு, மேல் வழிந் தோடும் ஜாடி ஒன்றில் நீரை நிரப்பித் தயாரித்துக் கொள். சிறு முகவை யொன்றை நிறுத்து எடை கண்டுபிடி. அதை வழிந் தோடும் ஜாடியின் மூக்குக்குக் கீழே வைத்து விட்டு, மெதுவாக மரக் கட்டையை ஜாடி நீரில் இறக்கு. வழிந்தோடும் நீர் முகவை யில் சேரும். இப்பொழுது முகவையை நீருடன் எடை கண்டு பிடி. இதிலிருந்து முகவையின் எடையைக் கழித்தால் மரக் கட்டையினுல் இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை கிடைக்கிறது. இது மரக் கட்டையின் எடைக்குச் சமமாயிருப்பதைப் பார். வேறொரு மரக் கட்டை, தக்கை முதலிய பிற மிதக்கும் பொருள்களையும், நீருக்குப் பதிலாக கெரசின், உப்புக் கரைசல் போன்ற வேறு திரவங்களையும் உபயோகித்து, இச் சோதனையைத் திரும்பச் செய். உன் அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து :—

முகவையின் எடை = 12·5 கிராம்.

எண்	மிதக்கும் பொருளின் எடை	முகவையுடன் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடை	இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடை
1	15·5 கிராம்	28 கிராம்	15·5 கிராம்
2			
3			
4			

ஒவ்வொரு சோதனையிலும் மிதக்கும் பொருளின் எடையும் இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமமாயிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

சோதனைக் குழாய் மிதவை (test-tube float): தட்டையான அடியுடைய ஒரு சோதனைக் குழாயின் உட்புறத்தில் செ. மீ. அளவுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ள ஒரு காகித அளவுகோலை ஒட்டவை. சோதனைக் குழாயில் சில காரீய ரவைகளைப் போட்டு நீரில் மிதக்கவிடு. அது நிலைக்குத்தாக மிதக்காவிடில், மேலும் சில ரவைகளைப் போடு; ஆனால் அது நீரில் மூழ்கி விடாமல் கவனித்துக் கொள். இதுவே **சோதனைக் குழாய் மிதவை** எனப்படும். இந்த உபகரணத்தைக் கொண்டு திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம். மிதத்தல் விதியைச் சரிபார்க்கலாம்.



படம் 21. சோதனைக் குழாய் மிதவை
1. திரவமுள்ள ஜாடி
2. சோதனைக் குழாய் மிதவை
3. ஈய ரவைகள்

சோதனைக் குழாய் மிதவையை உபயோகித்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்: மேலே தயாரித்த சோதனைக் குழாய் மிதவையை நீரில் மிதக்கவிடு. நீர் மட்டத்திற்குக் கீழாகப் பார்த்து, சோதனைக் குழாயில் எவ்வளவு உயரம் அமிழ்ந்திருக்கிறதென்று பார். இது h_1 ஆக இருக்கட்டும்.

சோதனைக் குழாயை வெளியே எடுத்துத் துடைத்து விட்டு, கெரசின் எண்ணெயில் மிதக்க விடு. இப்பொழுது சோதனைக் குழாய், நீரில் அமிழ்ந்ததை விட அதிக அளவு மூழ்குவதைப் பார். கெரசினில் சோதனைக் குழாய் அமிழ்ந்துள்ள உயரத்தையும் கண்டுபிடி (h_2). மிதத்தல் விதிப்படி, மிதக்கும் பொருளின் எடையும், இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமமாயிருக்க வேண்டும்.

சோதனைக் குழாய் மிதவையின் எடை நீரில் மிதக்கும் பொழுதும் கெரசினில் மிதக்கும் பொழுதும் சமமாகையால்,

இடம் பெயர்ந்த கெரசினின் எடை } = இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை

நீரின் அடர்த்தி d_1 என்றும், கெரசினின் அடர்த்தி d_2 என்றும், சோதனைக் குழாயின் குறுக்குப் பரப்பு A என்றும் வைத்துக் கொண்டால்,

இடம் பெயர்ந்த கெரசினின் எடை $= Ah_2d_2$

இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை $= Ah_1d_1$

$$\therefore Ah_2d_2 = Ah_1d_1$$

$$\therefore \frac{d_2}{d_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

∴ கெரசினின் அடர்த்தி எண் } = $\dfrac{\text{மிதவை நீரில் அமிழ்ந்த உயரம்}}{\text{மிதவை கெரசினில் அமிழ்ந்த உயரம்}}$

கெரசினுக்குப் பதிலாகப் பிற திரவங்களை உபயோகப்படுத்தினாலும் இதே சூத்திரம் பொருந்தும்.

∴ திரவத்தின் அடர்த்தி எண் } = $\dfrac{\text{மிதவை நீரில் அமிழும் உயரம்}}{\text{மிதவை திரவத்தில் அமிழும் உயரம்}}$

பரிசோதனை : சோதனைக் குழாய் மிதவை ஒன்றைத் தயாரித்து நீரில் நிலைக்குத்தாக மிதக்க விடு. நீரில் அது அமிழ்ந்திருக்கும் உயரத்தை அள. மிதவையின் எடையை மாற்றாமல், கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தில் அதை மிதக்க விடு. திரவத்தில் அது மூழ்கும் உயரத்தை அள. இப்பொழுது மேலும் சில ஈய ரவைகளைப் போட்டு, நீரிலும் திரவத்திலும் மிதக்க விட்டு மற்றொரு ஜதை அளவுக் குறிப்புக்களை எடுத்துக் கொள். இம் மாதிரியே மேலும் இரண்டு தடவைகள் சோதனையைத் திரும்பச் செய். அளவுக் குறிப்புக்களைப் பின்வருமாறு அட்ட

வணைப் படுத்தி, திரவத்தின் சராசரி அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி :

எண்	மிதவை நீரில் அமிழும் உயரம் (h_1)	மிதவை திரவத்தில் அமிழும் உயரம் (h_2)	திரவத்தின் அடர்த்தி எண் h_1/h_2
1	8 செ. மீ.	10 செ. மீ.	·8
2			
3			
4			
		சராசரி	

உதாரணக் கணக்கு 1 : ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவை, நீரில் 12 செ. மீ., உயரமும் உப்புக் கரைசலில் 11 செ. மீ. உயரமும் அமிழ்கிறது. (1) உப்புக் கரைசலின் அடர்த்தி எண் என்ன? (2) அதை ·8 அடர்த்தி எண் உள்ள ஒரு எண்ணெயில் மிதக்க விட்டால், எவ்வளவு உயரம் அமிழும்?

(1) உப்புக் கரைசலின் அடர்த்தி எண் $= \dfrac{\text{நீரில் அமிழும் உயரம்}}{\text{கரைசலில் அமிழும் உயரம்}}$

$$= \tfrac{12}{11} = 1{\cdot}09$$

(2) எண்ணெயில் மிதவை அமிழும் உயரம் x செ. மீ. ஆக இருக்கட்டும்.

$$\therefore \frac{12}{x} = {\cdot}8$$

$$\therefore x = \frac{12}{{\cdot}8} = \frac{120}{8}$$

$$= \mathbf{15} \text{ செ. மீ.}$$

உதாரணக் கணக்கு 2 : ஒரு மரக் கட்டையின் பருமன் 200 கன செ. மீ. அதன் அடர்த்தி 0·7 கிராம்/கன செ. மீ. (1) அது நீரில் மிதக்கும் பொழுது எவ்வளவு பகுதி அமிழ்ந்

திருக்கும்? (2) 1·1 அடர்த்தி எண்ணுள்ள உப்புக் கரைசலில் எவ்வளவு அமிழ்ந்திருக்கும்?

(1) மரக் கட்டையின் எடை

= பருமன் × அடர்த்தி
= 200 × ·7 கிராம்
= 140 கிராம்.

மிதத்தல் விதிப்படி,

மரக் கட்டை நீரில் மிதக்கும் பொழுது இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடையும் மரக் கட்டையின் எடையும் சமம்.

∴ இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடை = 140 கிராம்.

நீரின் அடர்த்தி = 1 கிராம்/கன செ. மீ.

∴ இந்த நீரின் கன அளவு = $\frac{140}{1}$ = **140** கன செ. மீ.

(2) முன் கூறியபடி,

இடம் பெயர்ந்த கரைசலின் எடை = 140 கிராம்.

கரைசலின் அடர்த்தி = 1·1 கி./கன செ. மீ.

∴ இந்தக் கரைசலின் கன அளவு = $\frac{140}{1 \cdot 1}$.

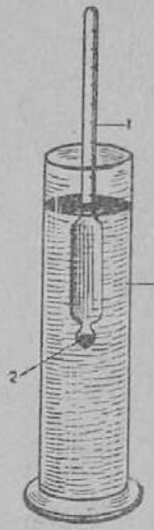
= **127·3** க. செ. மீ.

ஹைடிரோமீட்டர் (hydrometer) : மிதக்கும் பொருளாக அமைந்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் கருவிக்கு ஹைடிரோமீட்டர் என்று பெயர். மேலே நாம் அமைத்த சோதனைக் குழாய் மிதவையும் ஒரு ஹைடிரோமீட்டர் தான். வெவ்வேறு திரவங்களில் வெவ்வேறு உயரத்திற்கு அமிழக் கூடிய ஹைடிரோமீட்டர்களுக்கு **அமிழ்தல் மாறும் ஹைடிரோ மீட்டர்கள்** (variable immersion hydrometer) என்று பெயர். சோதனைக் குழாய் மிதவையும் இவ்வகையைச் சேர்ந்ததே.

சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர் (common hydrometer) என்ற ஒரு கருவியில் திரவத்தின் அடர்த்தி எண்கள் அதன் ஒடுங்கிய காம்பு போன்ற மேற்பகுதியில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் நடுப்பகுதி சற்று அகன்ற குழாயாகவும், கீழ்ப்பகுதி பளுவான பொருளால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு கோளமாகவும் அமைந் திருக்கும். தண்ணீர், எண்ணெய்கள், உப்புக் கரைசல்கள்

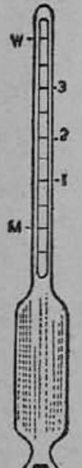
போன்ற திரவங்களின் அடர்த்தி எண்கள் 0·7 முதல் 2 வரை இருக்குமாதலால், இந்த எல்லைகட்கு உட்பட்ட அளவுகளே ஹைடிரோமீட்டரில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரை நீர், கெரசின், உப்புக் கரைசல் ஆகிய திரவங்களில் மிதக்க விட்டுப்பார். இந்த மூன்று திரவங்களில், கெரசினில் அதிகமாகவும், நீரில் அதைவிடக் குறைவாகவும், உப்புக் கரைசலில் நீரைவிடக் குறைவாகவும் இக் கருவி அமிழ்வதைப் பார். எனவே, அளவு கோடுகள் மேலே 0·7-இல் தொடங்கி, கீழே வரவர அதிகமாகி, 2-இல் முடிகின்றன. ஒரு திரவத்தில் ஹைடிரோமீட்டரை மிதக்க விட்டு, திரவ மட்டத்துக்குச் சரியாக இக் கருவியிலுள்ள அளவைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இதுவே திரவத்தின் அடர்த்தி எண்.



படம் 22. சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர் 1. ஹைடிரோ மீட்டரில் அளவு குறிக்கப்பட்ட காம்புப் பகுதி 2. பளுவான குமிழ் 3. திரவம் நிரம்பிய ஜாடி.

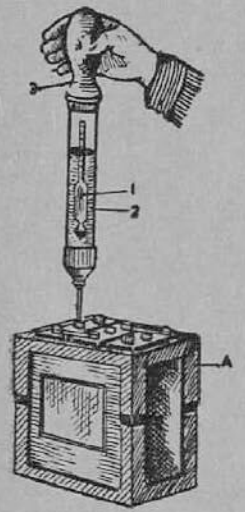
சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரின் உபயோகங்கள்: (1) சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டரைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணை உடனே கண்டுபிடித்துவிடலாம்.



படம் 23. பால்மானி W-நீர் மிதக்கும் மட்டம், M-சுத்தமான பால் மிதக்கும் மட்டம்

(2) ஹைடிரோமீட்டரில் ஒரு வகைக்குப் பால்மானி (lactometer) என்று பெயர். இதை உபயோகித்துப் பாலின் சுத்தத்தை அறியலாம். இதன் அமைப்பைப் படத்தில் பார். இதன் தண்டுப் பகுதியில், கீழே *M* என்ற எழுத்தும், மேலே *W* என்ற எழுத்தும் உள்ளன. இடைப் பகுதி சாதா

ரணமாக நான்கு பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். சுத்த மான பாலில் இதை மிதக்கவிட்டால் *M*-க்குச் சரியாக மிதக் கும்; நீரில் *W*-க்குச் சரியாக மிதக்கும். இந்த இரண்டுக்கும் இடையே மிதந்தால் பாலில் நீர் கலந்துள்ளது என்று தெரிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 24.
பாட்டரி சோதனி
A-பாட்டரி
1. ஹைடிரோ மீட்டர், 2. கண்ணுடிக் குழாய், 3. ரப்பர்க் குழாய்

(3) ஒரு சிறு ஹைடிரோமீட்டரை, மை நிரப்பும் கருவி போன்ற ஒரு கருவி யில் அமைத்து, அதை **பாட்டரி சோதனி** (battery tester) என்ற கருவியாகப் பயன் படுத்துகிருர்கள். மோட்டார் வண் டியிலுள்ள பாட்டரியில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் இருக்கும். இதில் மின்சாரத்தைச் சேர்த்து வைக்கும்பொழுது கந்தக அமிலத் தின் அடர்த்தி உயர்ந்து சுமார் 1·28 இருக் கும். இதிலுள்ள மின்சாரம் அனேகமாக உபயோகமாகி விட்டால், அடர்த்தி குறைந்து 1·15 ஆகிவிடும். மை நிரப்பும் கருவியை (ink-filler) உபயோகிப்பதுபோல், பாட் டரி சோதனியால் கந்தக அமிலத்தை எடுத் தால், உள்ளிருக்கும் சிறு ஹைடிரோ மீட்டர், அமிலத்தில் மிதக்கும். அமிலத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்து, அதில் சேமித்த மின்சாரம் எவ்வளவு எஞ்சியிருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

கேள்விகள்

1. மூழ்கியிருக்கும் ஒரு பொருளின்மீது தாக்கும் விசைகள் என்ன?
2. ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தில் எப்பொழுது மூழ்கும்? எப் பொழுது மிதக்கும்?
3. மிதத்தல் விதியைக் கூறுக.
4. ஓர் இரும்புத் துண்டு நீரில் மூழ்குகிறது; ஆனல் இரும்பினல் செய்யப்பட்ட ஒரு கப்பல் மிதக்கிறது. இதற்குக் காரணமென்ன?

5. மிதத்தல் விதியை நிரூபிக்க என்ன பரிசோதனை செய்யலாம்? விவரித்துக் கூறுக.

6. ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவையை எப்படி அமைப்பாய்? அதைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க என்ன அளவுக் குறிப்புக்களை எடுப்பாய்? எப்படிக் கணக்கிடுவாய்?

7. ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டின் எடை 99 கிராம்; அதன் அடர்த்தி ·9 கி./கன செ. மீ. என்றால், அதன் பருமன் என்ன? அது நீரில் மிதக்கும் பொழுது எவ்வளவு பாகம் மூழ்கியிருக்கும்?

8. ஒரு மரக்கட்டை நீரில் மிதக்கிறது; அதன் நீளம் 4 அடி, அகலம் 3 அடி. அதன் மீது ஒரு மனிதன் ஏறி நிற்கும்பொழுது, மரக் கட்டை இரண்டு அங்குலம் அதிகமாக அமிழ்கிறது? மனிதனின் எடை என்ன?

9. ஒரு சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரின் படம் வரைந்து, அதில் அளவுக் கோடுகள் எவ்வாறு உள்ளன என்பதைக் காட்டுக.

10. ஹைடிரோமீட்டரின் உபயோகங்களை எழுதுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

ஒரு சோதனைக் குழாய் மிதவையை அமைத்து அதைக் கொண்டு கெரசின், உப்புக் கரைசல் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி.

6. ஆகாய விமானம்

(ஆகாய விமானத்தைத் தாங்கும் விசையும் செலுத்தும் விசையும்.)

ஆகாயக் கப்பல் அமைக்கப்பட்ட வரலாறு: பண்டைக் கால முதலே மனிதர், பறவைகளைப்போல் ஆகாய வழியாகச் செல்வதற்கு ஏற்ற சாதனங்களை அமைக்க முயற்சி செய்து வந்துள்ளார்கள். நம் நாட்டு இலக்கியங்களில் பறக்கத் தக்க விமானங்கள் இருந்ததாகக் குறிப்புக்கள் காணப்படுகின்றன.

காற்றைவிட இலேசான வாயுக்களைப் பெரிய கோளம் போன்ற இலேசான அமைப்புக்களில் நிரப்பிப் பறக்கவிட்டது ஒரு வகை முயற்சியாகும். முதன் முதல் உஷ்ணக் காற்றையும் புகையையும் நிரப்பிய "புகைக் கூண்டு" பலூன்கள் (balloons)

தயாரிக்கப்பட்டன. பிறகு உஷ்ணக் காற்றுக்குப் பதிலாக **ஹைடிரஜன்** (hydrogen) என்ற வாயுவை பலூன்களில் நிரப்பினர்கள். முதலில் அமைத்த பலூன்களில், அவற்றைக் குறிப்பிட்ட திசையில் செலுத்தத்தக்க கருவிகள் அமைக்கப்படாததால் அவை காற்று வீசும் திசையிலேயே சென்றன.

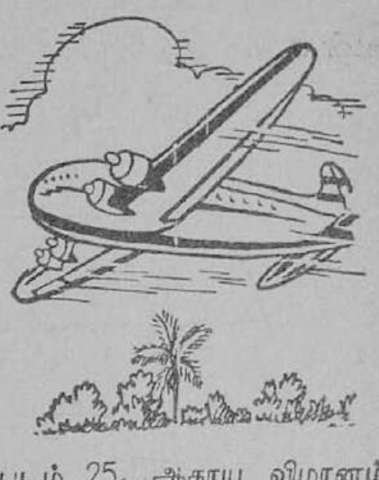
பலூன்களைப் போல் **ஆகாய கப்பல்கள்** (airships) அமைக்கப்பட்டன. தேவையான திசையில் அவற்றைச் செலுத்துவதற்கு வேண்டிய கருவிகளும் அமைக்கப்பட்டன. ஜெப்பளின் என்ற பெரிய ஜெர்மன் ஆகாயக்கப்பல் இம்மாதிரியாக அமைக்கப்பட்டது. ஆனால் ஹைடிரஜன், காற்றுடன் கலந்தால், தீப்பட்டவுடன் வெடிக்கும் இயல்புள்ள கலவையாகி விடுகிறது. இதனால் சில ஆகாயக்கப்பல்கள் எரிந்து போயின. ஹைடிரஜனுக்குப் பதிலாக **ஹீலியம்** (helium) என்ற ஓர் இலேசான வாயு ஆகாயக் கப்பல்களில் உபயோகிக்கப்பட்டது. இந்த வாயு எந்த மூலகத்துடனும் கூடுவதில்லை; எரிவதில்லை. தற்காலத்தில் ஆகாயக் கப்பல்கள் அமைக்கப்படுவதில்லை; ஏனெனில், இதைக் காட்டிலும் பல மடங்கு வேகமாகவும் சௌகரியமாகவும் செல்லக்கூடிய ஆகாய விமானங்கள் இப்பொழுது தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஆகாய விமான வரலாறு : ஆகாயக் கப்பல் மொத்தத்தில் காற்றைவிட இலேசான அமைப்புடையது; அதனால் அது தானே மேலே செல்கிறது. அதைக் கீழே இறக்குவதற்கு அதில் நிரப்பப்பட்டுள்ள இலேசான வாயுக்களை வெளியேற்றி, காற்று உட்புகச் செய்ய வேண்டும். ஆனால் ஆகாய விமானம் காற்றைவிடக் கனமானது. இது எந்திரங்களின் உதவியால் வேகமாகச் செல்லும் பொழுது ஏற்படும் காற்றின் அழுத்தத்தால் தாங்கப்படுகிறது.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு முடிவிலும் இருபதாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்திலும் **லாங்லி** (Langley), **லிலியன்தால்** (Lilienthal) என்பவர்கள் எஞ்சினில்லாத **கிளைடர்** (glider) என்ற விமான வகைகளை அமைத்துச் சிறிது தூரம் பறந்தார்கள். கிளைடருக்குப் பெரிய இறக்கைகள் உண்டு. இவை

தரையில் வேகமாகச் செலுத்தப்பட்டால், காற்றினால் மேலே தூக்கப்பட்டுச் சிறிது தூரம் பறந்தன.

வில்பர் ரைட் (Wilber Wright), ஆர்வில் ரைட் (Orville Wright) என்ற இரு சகோதரர்கள் கிளைடர் விமான ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பிறகு, ஒரு விமானத்தில் பெட்ரோல் எஞ்சினைப் பொருத்திப் பறக்கச் செய்தனர். இதுவே முதல் ஆகாய விமானம். இதன்பிறகு பல நாட்டு விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சிகளால் ஆகாயவிமானம் மேன்மேலும் சீர்திருத்தம் பெற்று வந்தது. இப்பொழுது எத்தனையோ வகையான புது விமானங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 25. ஆகாய விமானம்

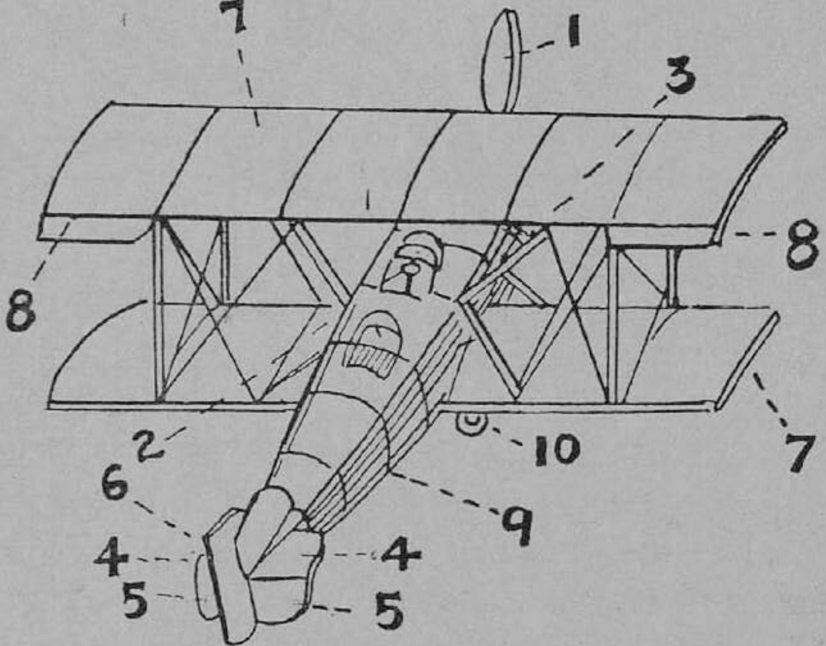
ஆகாய விமானத்தின் பாகங்கள்: ஆகாய விமானம் இலேசாகவும் உறுதியாகவும் இருப்பதற்கு, அலுமினியம் அதிகமாகச் சேர்ந்த டியூரலுமினம் (duraluminum) என்ற கலப்பு உலோகத்தால் அதன் **உடல் பகுதி** (fuselage) அமைக்கப்படுகிறது. இதன் முன்புறத்தில் **விமானி அறையும்** (cockpit) எஞ்சினும் (engine), பின்புறத்தில் பிரயாணிகள் அறை, பெட்ரோல் எண்ணெய்த் தொட்டி முதலியனவும் அமைந்திருக்கும். உடலின் அமைப்பு, மீனின் உடலமைப்புப் போன்றுள்ளது.

உடலின் முன்புறம் சற்றுக் கூராக முடியும்; இதற்கு முன் எஞ்சினுடன் இணைந்த **முன்தள்ளி** (propeller) இருக்கிறது. இது மின்சார விசிறிபோல் இரண்டு அல்லது மூன்று 'இலைகள்' (blades) கொண்டு, வேகமாகச் சுழலக்கூடிய விதத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது.

உடலின் முன் பகுதியில் ஒரு ஜதை அல்லது இரண்டு ஜதை **இறக்கைகள்** (wings) அமைந்திருக்கின்றன. இவை கிடைமட்டமாக இல்லாமல் முன்புறம் சற்று உயர்ந்து சுமார் 10°-க்கு உட்பட்ட சாய்வில் அமைந்திருக்கும்.

இறக்கைகளின் பின்புறத்தில் தனியாக உயர்த்தித் தாழ்த்தக் கூடிய தகடுகள் இருக்கின்றன. இவை **எயிலரான்கள்** (ailerons) எனப்படும்.

விமான உடலின் வால் பகுதியில் நிலைக்குத்தாக ஒரு தகடு உள்ளது. இதற்குச் **சுக்கான்** (rudder) என்று பெயர். கிடை



படம் 26. ஆகாய விமானத்தின் பாகங்கள்

1. முன் தள்ளி, **2.** விமானி அறை, **3.** எஞ்சின் அறை, **4.** நிலை நிறுத்திகள், **5.** உயர்த்திகள், **6.** சுக்கான், **7.** இறக்கைகள், **8.** எயில ரான்கள், **9.** விமானத்தின் உடற் பகுதி, **10.** சக்கரம்.

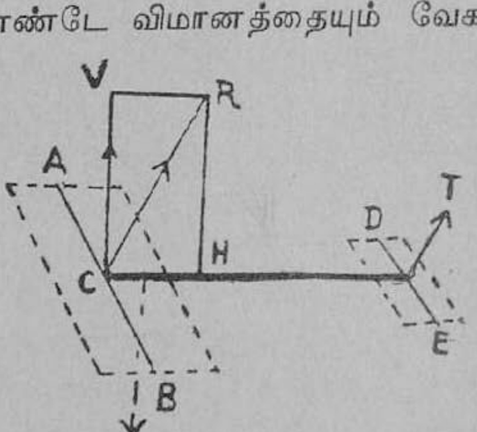
மட்டமாகச் சிறிய சிறகுகள் போன்ற தகடுகள் உள்ளன. இவற்றில் நிலையான தகடுகளுக்கு **நிலைநிறுத்திகள்** (stabilizers) என்றும், மேலும் கீழும் சாய்க்கக் கூடிய தகடுகளுக்கு **உயர்த்திகள்** (elevators) என்றும் பெயர்.

விமானத்தின் முன்புறம் இரண்டு சக்கரங்களும், வால் பகுதிக்குக் கீழே ஒரு சிறு சக்கரமும் அமைந்திருக்கின்றன.

ஆகாய விமானத்தைத் தாங்கும் விசை : ஒரு காற்றுடிப் பட்டம் காற்றில் பறக்கும்பொழுது அது எவ்வாறு கீழே விழாமல்

காற்றினால் தாங்கப்படுகிறதோ, அது போலவே ஆகாய விமானமும் காற்றினால் தாங்கப்படுகிறது என்று சொல்லலாம்.

முன் தள்ளி என்ற கருவி ஒரு திருகைப் போன்றது. ஒரு திருகைச் சுற்றும்பொழுது அது எவ்வாறு முன்னேக்கிச் செல்கிறதோ, அது போலவே முன்தள்ளி வேகமாகச் சுற்றும்பொழுது, அது முன்னிருக்கும் காற்றைப் பின்னுக்குத் தள்ளுகிறது; இதனால் முன்புறத்தில் வெற்றிடம் உண்டாகி, பின்னுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தினால் விமானம் முன்னே தள்ளப்படுகிறது. எனவே முன்தள்ளி வேகமாகச் சுழலும்பொழுது அது காற்றைக் குடைந்து கொண்டே விமானத்தையும் வேகமாக இழுத்துக் கொண்டு முன்னேறுகிறது. இதனால் அதே வேகத்தில் முன்புறமிருந்து பின்புறமாக விமானத்துக்கு மேலும் கீழும் காற்று வீசுகிறது.



படம் 27. ஆகாய விமானத்தைத் தூக்கும் விசைகள்

AB-இறக்கைகளின் தளம்
CR-இறக்கைகளுக்குச் செங்குத்தாகக் காற்றின் உந்து விசை
CV-விமானத்தைத் தூக்கும் விசை
CH-பின்னிழுப்பு விசை
DE-நிலை நிறுத்திகளின் தளம்
T-நிலை நிறுத்திகளின் மீது காற்றின் உந்து விசை
W-விமானத்தின் எடை

கீழ்ப்புறமாக வீசும் காற்று சாய்வான இறக்கைகளில் மோதுகின்றது. இந்தக் காற்றின் விசை கிடைமட்டத் திசையில் இருந்தாலும், இறக்கையின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக இந்த விசையில் ஒரு பகுதி அமையும். இந்தப் பகுதியான *CR* என்ற விசையை *CV* என்ற நிலைக்குத்து விசையாகவும், *CH* என்ற கிடைமட்ட விசையாகவும் பகுக்கலாம். *CV* என்ற நிலைக்குத்து விசைதான் விமானத்தின் எடையை எதிர்த்து விமானத்தைத் தாங்க உதவுகிறது.

விமானம் வேகமாகச் செல்லச் செல்ல காற்றின் விசையும் அதிகமாகி, CV என்ற நிலைக்குத்து விசையும் அதிகமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு அதிகமாக விமானம் ஓடினால்தான், CV என்ற நிலைக்குத்து விசை விமானத்தைத் தூக்குவதற்குப் போதுமானதாகும். இக்காரணத்தால்தான் ஆகாய விமானம் கிளம்பும்பொழுது தரையிலேயே வெகுதூரம் ஓட வேண்டியிருக்கிறது. விமான நிலையங்களில் இதற்காக **ஓடு பாதைகள்** (runways) அமைந்திருக்கும்.

CH என்ற கிடைமட்ட விசையானது விமானம் முன்னேறுவதைத் தடை செய்யும். இதற்குப் **பின்னிழுப்பு விசை** (drag) என்று பெயர். இதை எதிர்த்து முன்தள்ளி சுழலுவதால் ஏற்படும் விசைதான் விமானத்தை முன்னேக்கிச் செலுத்துகிறது.

ஆகாய விமானப் பகுதிகளின் வேலைகள் :

1. **எஞ்சின் :** இது இயங்குவதால் முன்தள்ளி வேகமாகச் சுழல்கிறது. ஆகவே ஆகாய விமானம் முன்னேக்கிச் செல்வதற்குரிய விசையை எஞ்சினே தருகிறது. இது சக்தி வாய்ந்த எஞ்சினுக இருக்கும். விமான எஞ்சின்கள் பல நூற்றுக்கணக்கான குதிரைத்திறன் (Horse power) உள்ளவை.

2. **முன்தள்ளி** என்ற கருவி சுழல்வதால் விமானம் முன்னேக்கி இழுக்கப்படுகிறது.

3. **இறக்கைகள் :** இவை சாய்வாக அமைந்திருப்பதால் இவற்றில் மோதும் காற்று விமானத்தை மேலே தூக்கக்கூடிய விசையைத் தருகின்றது.

4. **நிலைநிறுத்திகள் :** இவற்றை **வால் சிறகுகள்** (tail planes) என்றும் சொல்வதுண்டு. இறக்கைகளில் மோதும் காற்றினுல் ஏற்படும் மேல் நோக்கிய விசை, விமானத்தின் இறக்கைப் பகுதியில் தாக்குகிறது; விமானத்தின் எடை தாக்கும் புள்ளியான புவிஈர்ப்புத்தானம் சற்றுப் பின்புறமாக இருக்கும். இதனுல் விமானம் முன்புறம் மேலேயும், பின்புறம் கீழேயுமாகத் திரும்பி விடக்கூடும். இவ்வாறு திரும்பாமலிருக்க நிலைநிறுத்திகள் உதவுகின்றன. முன்புறமிருந்து பின்னேக்கி வீசும் காற்று இவற்றில் மோதுவதால், வால்புறத்திலும் ஒரு

மேல் நோக்கிய விசை ஏற்படுகிறது. இது விமானத்தின் வால் பகுதி கீழே இறங்காமல் செய்கிறது.

5. **உயர்த்திகள் :** இவற்றை மேல்நோக்கிச் சாய்த்தால், மேல்புறமாக வீசும் காற்று இவற்றில் மோதி வால்புறத்தைக் கீழே அழுத்தும். இதனால் விமானத்தின் முன்புறம் மேல் நோக்கித் திரும்புவதால் விமானம் உயரும். இதே போல், உயர்த்திகளைக் கீழ்நோக்கிச் சாய்த்தால், கீழ்ப்புறமாக வீசும் காற்று இவற்றில் மோதி வால்புறத்தை உயர்த்தும். விமானம் கீழே இறங்கும்.

6. **சுக்கான் :** நிலைக்குத்தாக அமைந்துள்ள இந்தத் தகட்டை வலப்புறமாகச் சாய்த்தால், இதன்மீது மோதும் காற்று வால்பகுதியை இடப்புறமாகத் தள்ளும்; ஆகையால் விமானத்தின் முன் பகுதி வலப்புறமாகத் திரும்பும். இதே போல் விமானத்தை இடப்புறம் திருப்ப, சுக்கானை இடப்புற மாகச் சாய்க்க வேண்டும்.

7. **எயிலரான்கள் :** விமானம் திசை திரும்பும் பொழுது பக்கவாட்டில் புரண்டுவிடக் கூடும் (side slipping). இவ்வாறு கவிழாமல் இருப்பதற்கு எயிலரான்களை உபயோகிக்க வேண்டும். வலது எயிலரான் இடது எயிலரான் ஆகிய இரண்டும் சேர்ந் தாற்போல், ஒன்றுக்கொன்று எதிராகவே இயங்கும். விமா னத்தை வலப்புறம் திருப்பும்பொழுது, வலது எயிலரானை உயர்த்தி, இடது எயிலரானைத் தாழ்த்தவேண்டும்; இதனால் வலது சிறகு தாழ்ந்து, இடது சிறகு உயரும்; விமானம் பக்க வாட்டில் புரண்டுவிடாமல் திரும்பும்.

8. **சக்கரங்கள் :** விமானம் புறப்படும் பொழுதும், கீழே இறங்கும் பொழுதும் தரைமீது செல்ல, சக்கரங்கள் இன்றியமை யாதவை.

9. விமானி அறையில் மேற்கூறிய பகுதிகளை எல்லாம் விமானி தன்னிடத்தில் இருந்துகொண்டே இயக்கத்தக்க கருவி கள் அமைந்திருக்கும். இவற்றைத் தவிர, **வேகமானி** (speedometer), **உயரமானி** (altimeter), **திசைகாட்டி** (compass) முதலிய கருவிகளும் விமானிக்கு இன்றியமையாதவையே.

மேலும் ரேடியோ செய்தி அனுப்பும் கருவியும், செய்தியைக் கேட்கும் கருவியும் அமைந்திருக்கும்.

விமான வகைகளும் உபயோகங்களும்: தற்காலத்தில் பலவித விமானங்கள் செய்யப் படுகின்றன. போர் விமானங்களில் பீரங்கிகள், குண்டு வீசும் ஏற்பாடுகள் எல்லாம் அமைந்திருக்கும். பிரயாணி விமானங்களில் பிரயாணிகளுக்கு வசதியான அமைப்புகள் இருக்கும். இவை சாதாரணமாக மணிக்கு 150 முதல் 200 மைல்கள் வரை செல்லும்.

ஜெட் விமானங்கள் (jet planes) இப்பொழுது அதிகமாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் முன்தள்ளி இல்லை. இதில் இறுகிய காற்று வேகமாகப் பின்புறத்தில் வெளியேறுவதால், விமானம் முன்னேக்கிச் செலுத்தப்படும். இவை மணிக்கு 500 மைல் வீதமும் செல்லக் கூடியவை. **ஹெலிகாப்டர்** (helicopter) என்ற ஒரு வகை விமானம் தரையிலிருந்து செங்குத்தாக உயரக் கிளம்பிச் செல்லக்கூடியது. இதற்கு ஓடு பாதைகள் தேவையில்லை. நீரில் படகுபோல் செல்லவும், ஆகாயத்தில் பறக்கவும் கூடிய **பறக்கும் படகு** (flying boat) மற்ரெரு வகை விமானமாகும்.

ஆகாய விமானப் பயணம் இப்பொழுது எல்லா நாடுகளிலும் அதிகரித்துள்ளது. தபால் கடிதங்கள் இப்பொழுது விமானங்கள் மூலமாகப் பல இடங்களுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. போக்குவரத்துக்கள் துண்டிக்கப்பட்டு அவதிப்படுவோருக்கு உணவு உடைகளை விமானமூலம் எடுத்துச் செல்கிருர்கள்.

கேள்விகள்

1. முதலில் பலூன்கள் எப்படி அமைக்கப்பட்டன ?
2. ஆகாயக் கப்பலின் அமைப்பை விவரி.
3. ஆகாயக் கப்பலுக்கும் ஆகாய விமானத்துக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன ?
4. ஆகாய விமானத்தின் பாகங்களின் பெயர்களை எழுதுக.

5. ஆகாய விமானத்தின் படம் ஒன்று வரைந்து, அதில் (i) சுக்கான், (ii) உயர்த்திகள், (iii) நிலைநிறுத்திகள், (iv) முன்தள்ளி, (v) எயிலரான்கள் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடுக.

6. ஆகாய விமானத்தைத் தாங்கும் விசை எது? படத்துடன் விளக்குக.

7. பின்வரும் பாகங்களின் வேலை என்ன? (a) நிலைநிறுத்தி, (b) சுக்கான், (c) உயர்த்தி, (d) எயிலரான்கள்.

8. ஆகாய விமானத்திற்கு ஏன் சக்கரங்கள் அமைந்துள்ளன?

7. தனி எந்திரங்கள்

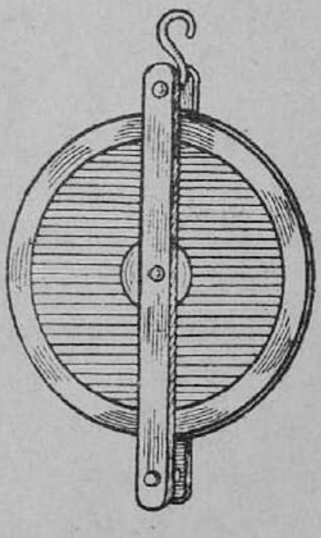
(இயங்கு கப்பி—கப்பித் தொகுதி—சாய்தளம்—திருகு.)

நாம் வாழ்க்கையில் செய்யும் வேலைகளை எளிதில் செய்வதற்கு உதவியாய்ப் பலவித எந்திரங்களை உபயோகிக்கிறோம். பெரிய கற்களைப் புரட்டக் கடப்பாரையை நெம்புகோலாகவும், பளுவுள்ள பீப்பாய்களை வண்டிகளில் ஏற்ற மரப்பலகையைச் சாய்தளமாகவும் உபயோகிப்பதைப் பார்க்கிறோம். சாய்தளம் (inclined plane), நெம்புகோல் (lever) இவைகள் தனி **எந்திரங்களாகும்** (simple machines). எந்திரங்கள் இல்லாவிடில் வாழ்க்கை நடத்துவதே மிகக் கடினமாய்த் தோன்றும். கப்பியும் (pulley), உருளை-இருசும் (wheel and axle) தனி எந்திரங்களே. எந்திரங்களை உபயோகிப்பதன் மூலம் மனிதன் குறைந்த திறனை (effort) உபயோகித்து அதிகத் தடையை (load) எதிர்த்து வேலைசெய்ய முடியும்; மேலும் திறனை நமக்கு வசதியான இடத்திலும் திசையிலும் பிரயோகிக்க முடியும்.

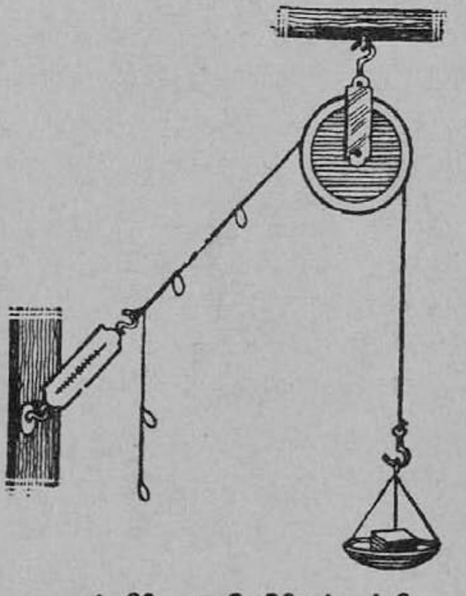
நிலைக்கப்பி (fixed pulley): கிணற்றிலிருந்து கப்பியின் உதவியின்றித் தண்ணீர் நிறைந்த பாத்திரத்தை இழுத்துப் பார். கயிற்றைப் பாத்திரத்தோடும் அதிலுள்ள தண்ணீரோடும் மேல்நோக்கி இழுக்க வேண்டியிருக்கிறது. பிறகு கயிற்றைக் கப்பியில் செலுத்தித் தண்ணீர்ப் பாத்திரத்தை இழு. இப்பொழுது நாம் கயிற்றைக் கீழ்நோக்கி இழுக்கிறோம். இப்பொழுது இழுப்பது முன்னைப்போல அவ்வளவு சிரமமா

யிருப்பதில்லை. இவ்விதம் கிணற்றிலிருந்து தண்ணீரை எடுக்க உபயோகிக்கும் ராட்டினம் அல்லது கப்பிக்கு **நிலைக்கப்பி** (fixed pulley) என்று பெயர்.

கப்பியின் அமைப்பு : சோதனைச் சாலையிலுள்ள ஒரு கப்பியின் நடுவில் அச்சும், அதைச் சுற்றிச் சுழலும்படியான ஒரு சக்கரமும், தொங்க விடுவதற்கு ஒரு சட்டமும், கொக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. சக்கரத்தின் விளிம்பில் கயிறு செல்லக் கூடிய ஒரு பள்ளம் அல்லது காடி இருக்கிறது.



படம் 28. கப்பி



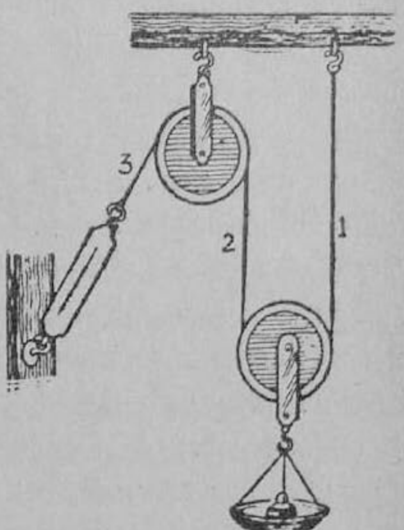
படம் 29. தனி நிலைக் கப்பி

பரிசோதனை : ஒரு கப்பியை அதன் கொக்கியினால் ஒரு சட்டத்திலிருந்து தொங்கவிடு. கப்பியின் காடியின் வழியே ஒரு கயிற்றைப் பொருந்த வைத்து, கயிற்றின் ஒரு முனையில் ஒரு 50 கிராம் பளுவையும் மற்றொரு முனையில் ஒரு வில்தராசை யும் இணை. வில்தராசின் வளையத்தை விரலால் கீழ்நோக்கி இழு. பளு சிறிது மேல்நோக்கி நகர ஆரம்பிக்கும்போது வில்தராசின் முள்ளானது காண்பிக்கும் எடையைக் குறித்துக் கொள். வில் தராசு காட்டும் எடையும், பளுவின் எடையும் சமமாக இருப்ப தைக் காணலாம். எந்த எந்திரத்திலும் பளு/திறன் என்ற **விகிதம் எந்திர லாபம்** (mechanical advantage) ஆகும்.

எனவே, நிலைக் கப்பியில் எந்திர லாபம் $\frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}} = \frac{50}{50} = 1.$
நிலைக்கப்பியின் உதவியால் பளுவைத் தூக்குவதற்கு அதற்குச் சமமான திறனைத்தான் உபயோகிக்க வேண்டும். எனினும் நமக்கு வசதியான திசையில் திறனை உபயோகிப்பது ஒரு அநுகூலமாகும்.

உபயோகம்: நிலைக் கப்பியைக் கொண்டு நமக்குச் சௌகரியமான எத்திசையிலும் திறனை உபயோகிக்கலாம். கிணறுகளிலிருந்து தண்ணீர் இறைக்கவும், பளுவான பொருள்களைக் கீழிருந்து மேலே தூக்கவும், விளக்குகளை வேண்டிய உயரத்தில் தொங்கவிடவும், நாடகங்களில் படுதாக்களை உயர்த்தவும் தாழ்த்தவும் நிலைக்கப்பிகள் உபயோகமாகின்றன.

இயங்கு கப்பி (movable pulley): கப்பிகளை ஒன்றோடொன்று சேர்த்துக் குறைந்த திறனைக் கொண்டு பெரிய பளுவைத் தூக்கலாம். சில சமயங்களில் இயங்கு கப்பி ஒன்றைத் தனித்தோ அல்லது ஒரு நிலைக்கப்பியுடன் சேர்த்தோ உபயோகிக்கின்றனர். வீடுகளில் மின்சார விளக்குகளை உயர்த்துவதற்கும், தாழ்த்துவதற்கும், வீடு கட்டுவதில் பளுவான இரும்புத் தண்டவாளங்களையும் (கர்டர்கள்) மர உத்திரங்களையும் மேலேற்றுவதற்கும் இயங்கு கப்பி உபயோகமாகிறது. ஒற்றை இயங்கு கப்பியில் ஒரு பளுவைத் தூக்க அதற்குப் பாதி எடையுள்ள திறனை உபயோகித்தால் போதும்.



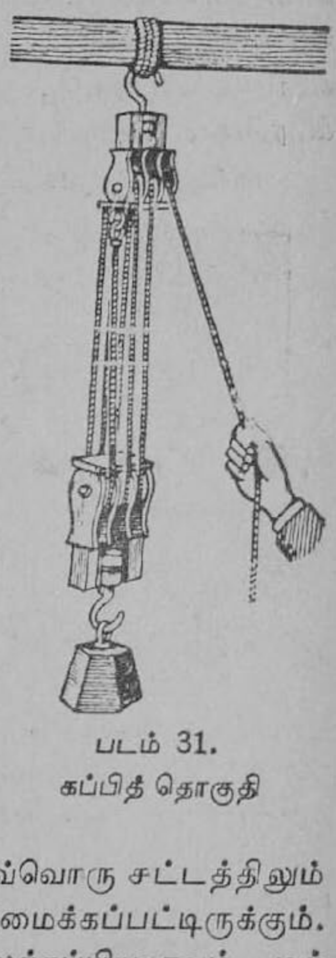
படம் 30.
இயங்கு கப்பியும்
நிலைக்கப்பியும் 1, 2, 3 கயிறு

பரிசோதனை: ஒரு நிலைக் கப்பியைக் கொக்கியிலிருந்து ஒரு சட்டத்தில் தொங்கவிடு. அதன் பள்ளத்தில் ஒரு கயிற்றைச் செலுத்து. கயிற்றின் ஒரு முனையை ஓர் இயங்கு கப்பியின் சக்கரத்

தில் நுழைத்துப் படத்திலிருப்பதுபோல் குறுக்குச் சட்டத்தில் அந்த நுனியைக் கட்டு. நிலைக்கப்பியின் வழியே செல்லும் கயிற்றின் மற்றொரு நுனியில் ஒரு வில் தராசைக் கட்டு. இயங்கு கப்பியில் உள்ள கொக்கியில் 400 கிராம் எடையைத் தொங்கவிடு. வில் தராசில் எடை பார். அது சுமார் 200 கிராம் காட்டும். ஆகவே 400 கிராம் எடையை 200 கிராம் எடை சமநிலைப்படுத்துகிறது. 200 கிராம் எடையைக்கொண்டு 400 கிராம் எடையைத் தூக்கிவிடலாம் எனத் தெரிகிறது. தனி இயங்கு கப்பியில் எந்திர லாபம் இரண்டு. ஒரு திறனைக் கொண்டு அதைப்போல் இரு மடங்கு பளுவுள்ள பொருள்களைத் தூக்கலாம். சில சமயங்களில் வில் தராசில் முள் காட்டும் எடை 200 கிராமுக்குச் சற்று மேலாக இருக்கும். இவ்வதிக எடை கப்பியில் உண்டாகும் உராய்வை ஈடுசெய்ய உபயோகிக்கப்படுகிறது. உராய்வு இல்லாத கப்பிகளை உபயோகித்தால் திறன், பளுவில் பாதியளவுதானிருக்கும். (இயங்கு கப்பியின் எடையையும் பளுவுடன் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும்.)

கப்பித் தொகுதி (block and tackle): இயங்கு கப்பிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமானால், எந்திரலாபமும் அதிகமாகும். இந்தத் தத்துவத்தைக் கொண்டு கப்பித் தொகுதிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கப்பித் தொகுதிகளில் மூன்று அல்லது நான்கு இயங்கு கப்பிகளிருக்கும். 31-ம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கப்பித் தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று கப்பிகளிருக்கின்றன. ஒன்று நிலையாகவும் மற்றொன்று அதன் கீழே இயங்கு கப்பித் தொகுதியாகவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு தொகுதியிலுமுள்ள கப்பிகள் அடுத்தடுத்து ஒரே சட்டத்தில் அமைந்திருக்கின்றன. நிலைக்கப்பித் தொகுதியி னடியிலிருந்து ஒரு நீண்ட கயிறு கிளம்பி, முறையே இயங்கு கப்பித் தொகுதியின் கப்பி ஒன்றையும் பிறகு நிலைக் கப்பித் தொகுதியின் கப்பி ஒன்றையும் சுற்றிவந்து முடிவில் நிலைக்கப்பித் தொகுதியிலிருந்து வெளிவருகிறது. இவ்விதம் தனியே நிற்கும் கயிற்றின் முனையில்தான் திறனைப் பிரயோகிக்க வேண்டும். தூக்க வேண்டிய பளுவை இயங்கு கப்பித் தொகுதியோடு இணைக்க

வேண்டும். இந்தக் கப்பித் தொகுதியில் நிலேக்கப்பிகள் மூன்றும் இயங்கு கப்பிகள் மூன்றும் இருந்தால் எந்திர லாபம் ஆறு இருக்கும். நிலேக்கப்பிகள், இயங்கு கப்பிகள் இரண்டும் சேர்ந்த எண்ணிக்கையே எந்திரலாபம். அல்லது, இயங்கு கப்பித் தொகுதியிலிருந்து எத்தனே கயிற்றுப் பகுதிகள் மேலே செல்கின்றனவோ, அந்த எண் தான் எந்திரலாபம். ஒரு பளுவைத் தூக்க அப்பளுவில் ஆறில் ஒரு பங்கு எடையுள்ள திறனே உபயோகித்தால் போதுமானது.



படம் 31.
கப்பித் தொகுதி

எந்திர லாபம் அதிகமிருந்தபோதிலும் பளுவை ஒரு அடி உயர்த்துவதற்கு 6 அடி நீளமுள்ள கயிற்றை வெளியில் இழுக்க வேண்டியிருக்கிறது. ஆதலால் பளு மிகவும் நிதானமாகவே உயரும். மேலும் பளுவுடன் கப்பித் தொகுதியையும் நாம் தூக்கவேண்டி யிருக்கிறது. நாம் உபயோகிக்கும் திறன் கப்பிகளின் உராய்வுகளேப் போக்கவும் செலவாகிறது.

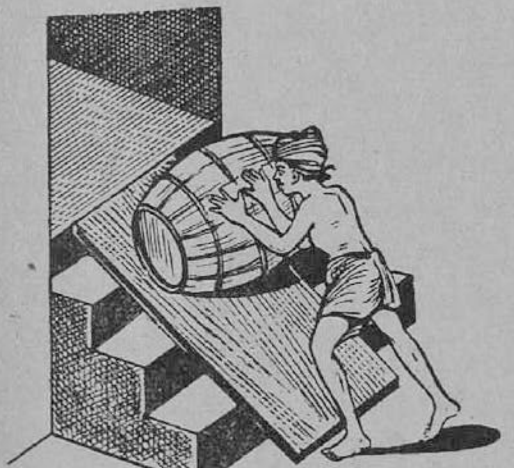
கப்பிகளேத் தொகுத்து இணைப்பதில் பலவகைகள் உள்ளன. மேலே கூறப்பட்டது ஒருவகை. சில தொகுதிகளில் ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் உள்ள கப்பிகள் ஒன்றன்கீழ் ஒன்ருக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்விதம் அமைந்த ஒரு தொகுதி நிலேக்கப்பியாகவும், மற்ருெரு தொகுதி இயங்கு கப்பியாகவும் உபயோகமாகும்படி இணைக்கப்படுகிறது.

கப்பிகள் பெரும்பாலும் இரும்பினுலும், மரத்தினுலும், அலுமினியத்தினுலும் செய்யப்பட்டவை. இவைகள் சரிவர வேலே செய்வதற்கு அவற்றின் அச்சில் ஏற்படக்கூடிய உராய்வு குறைவாயிருத்தல் வேண்டும். உராய்வைக் குறைப்பதற்காகவே

கப்பிகளுக்கு உயவுப்பொருளாக (lubricants) எண்ணெய்களை உபயோகிக்கிறார்கள்.

உபயோகம்: இவ்விதக் கப்பித் தொகுதிகள் இரும்பு கர்டர் போன்ற மிகப் பளுவான சாமான்களை மேலே தூக்கவும், தொழிற்சாலைகள், துறைமுகங்கள் முதலிய இடங்களில் பளுக்களை உயர்த்தவும், கப்பல்களில் பாய்மரத்தைத் தூக்கவும், கிரேன்கள் என்ற பாரந் தூக்கிகளிலும் உபயோகப்படுகின்றன.

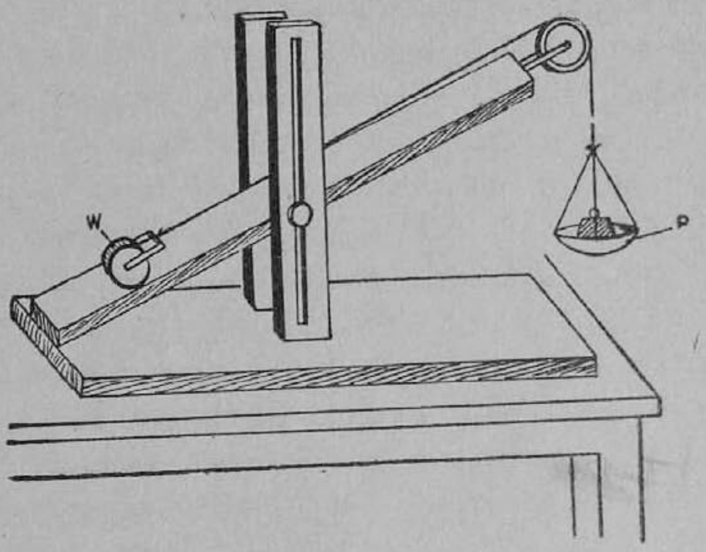
சாய்தளம் (inclined plane): ரஸ்தாவிலுள்ள ஒரு பளுவான பீப்பாயை, ஐந்தாறு அடி உயரமுள்ள வீட்டின் தளத்திற்கோ, (அல்லது ஒரு மோட்டார் லாரிக்கோ) உயர்த்தவேண்டுமானால், ஒரு பெரிய பலகையைச் சாய்வாக வைத்துப் பீப்பாயை அதன் மீது உருட்டி, வீட்டிற்குள் (அல்லது லாரிக்குள்) தள்ளுவதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். பீப்பாயை அப்படியே தூக்கி வீட்டிற்குள் வைப்பது ஒருவராலேயே முடியாது; ஆனால் சாய் பலகையின் உதவிகொண்டு ஒருவரே பீப்பாயை உயர்த்திவிடலாம். சாய் பலகையின்மீது பீப்பாயை உருட்டுவதற்குத் தேவையான திறன், அதன் பளுவைவிடக் குறைவாயிருப்பதே இதற்குக் காரணம். ஆகையால் சாய்தளம் ஓர் எந்திரமாகிறது.



படம் 32.
சாய்வாக அமைத்த பலகை மீது பீப்பாயை உருட்டி மேலேற்றுதல்

சாய்தளத்தின் பாகங்கள்: சோதனைச் சாலையில் உள்ள சாய்தளத்தில் இரண்டு நீளமான செவ்வகப் பலகைகள் கீல் வைத்து ஒரு முனையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு பலகையைக் கிடையாக மேஜைமீது வைத்து, மேற்பலகையை நமக்கு விருப்பமான சாய்வில் அமைக்க ஓர் ஆதாரம் இருக்கும்.

மேற்பலகையின் மேல்மட்டத்தில் உராய்வு இல்லாமலிருப்ப தற்காக ஒரு கண்ணுடித்தகடு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாய் தளத்தின் உச்சியில் ஒரு நிலேக் கப்பியும் இருக்கிறது. சாய்



படம் 33. சாய்தளம். W-பளு P-திறன்

தளத்தின்மீது உயர்த்தப்பட வேண்டிய பளுவாக உபயோகிப்ப தற்கு ஓர் உருளே உண்டு; அதனுடன் ஒரு நீளமான நூலினுல் தராசுத் தட்டை இணைத்து, கப்பியின் வழியே நூல் செல்லுமாறு அமைக்கப்படும். தராசுத் தட்டில் எடை போட்டால் அது திறனுகப் பயன்படும்.

ஒரு சாய்தளத்தின் சாய்வை, சாய்தளத்திற்கும் கிடை மட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்திஞல் குறிக்கலாம்; இதற்குச் சாய்வுக் கோணம் என்று பெயர். அல்லது, சாய் தளத்தின் உயரத்தை நீளத்திஞல் வகுத்துக் கிடைக்கும் ஈவினு லும் குறிக்கலாம். உதாரணமாக, சாய்தளத்தின் நீளம் 60 செ. மீ. என்றும், அதன் உயரம் 12 செ. மீ. என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். சாய்தளத்தின் சாய்வு$=\frac{12}{60}=\frac{1}{5}$. இந்த விகிதத் தைச் **சாய்வு வீதம்** (gradient) என்பர். ஒரு சாய்தளத்தில் ஏற்படும் எந்திரலாபத்திற்கும் சாய்வு வீதத்திற்கும் என்ன சம்பந்தம் என்பதைச் சோதனே மூலமாகக் கண்டுபிடிப்போம்.

பரிசோதனை : ஒரு சாய்தளத்தின் சாய்வு சுமார் 10° கோணம் இருக்குமாறு அமை. உருளையின் எடையையும் தராசுத் தட்டின் எடையையும் கண்டுபிடித்துக் குறித்துக்கொள். சாய்தளத்தின் நீளத்தையும் அளந்து குறி.

உருளையைக் கண்ணுடித் தகட்டின்மீது வைத்து, தராசுத் தட்டில் எடை போடு. உருளை மெல்ல மேலே ஏறுவதற்கு வேண்டிய எடையையும், மெல்லக் கீழே இறங்குவதற்கு வேண்டிய எடையையும் கண்டுபிடி. இவற்றின் சராசரி எடையுடன், தட்டின் எடையைக் கூட்டி, அதைத் திறனுகக் கொள். சாய்தளத்தின் உச்சியின் கீழ்விளிம்பிலிருந்து, அடிப் பலகையின் மேல்மட்டம் வரையுள்ள நிலைக்குத்து உயரத்தை ஓர் அளவுகோலினுல் அள. இதுவே சாய்தளத்தின் உயரம்.

பிறகு சாய்தளத்தின் சாய்வுக் கோணத்தைப் படிப்படியாக அதிகப்படுத்தி, முன்போல் பரிசோதனை செய்து, நாலைந்து அளவுக் குறிப்புக்கள் எடு. அவற்றைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து :

உருளையின் எடை $= W$ கிராம்
தராசுத்தட்டின் எடை $= a$ கிராம்
சாய்தளத்தின் நீளம் $= L$ செ. மீ.

எண்	உருளை மெல்ல ஏறும்பொழுது தட்டில் எடை	உருளை மெல்ல இறங்கும் பொழுது தட்டில் எடை	சராசரி	திறன் (P) = (சராசரி + தட்டின் எடை)	உயரம் (H)	$\frac{W}{P}$	$\frac{L}{H}$
1	கிராம்	கிராம்	கிராம்	கிராம்	செ.மீ.		
2							
3							
4							

இந்த அட்டவணையில் கடைசி இரண்டு பத்திகளில் கிடைக்கும் ஈவுகள் ஒவ்வொரு சோதனையிலும் சமமாயிருக்கும். ஆகையால் ஒரு சாய்தளத்தில்,

$$\frac{W}{P}=\frac{L}{H}.$$

அதாவது,

$$\frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}}=\frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}.$$

எந்த எந்திரத்திலும் பளு/திறன்=எந்திரலாபம். ஆகவே ஒரு சாய்தளத்தில்,

$$\text{எந்திர லாபம்}=\frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}.$$

$$=\frac{1}{\text{சாய்வு வீதம்}}$$

மேலும் அட்டவணையைக் கவனித்தால், சாய்தளத்தின் உயரம் அதிகமாகும்பொழுது எந்திரலாபம் குறைவதைக் காண்கிறோம். நமது சாய்தளத்தின் நீளம் மாருதிருக்கிறது. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட ஒரு நீளமுள்ள ஒரு சாய்தளத்தின் எந்திரலாபத்தை அதிகரிக்க வேண்டுமானல் அதன் உயரத்தைக் குறைக்கவேண்டும். (அதாவது சாய்வு வீதம் குறைவாக இருக்கவேண்டும்.)

சாய்தள அமைப்புடைய சில **வாழ்க்கைச் சாதனங்கள்** : ஏணி, மாடிப்படி, பீப்பாய்களை உருட்டி மேலேற்ற உதவும் சாய் பலகை, ஒரு மலைமீது ஏறும் ரஸ்தா ஆகிய எல்லாம் சாய்தளங்களே. மலைமீது ஏறும் ரஸ்தாவை வளைந்து வளைந்து செல்லும்படியாக அமைப்பது வழக்கம்; இதனல் நீளம் அதிகமாகி எந்திரலாபம் அதிகரிக்கும்; சிரமமில்லாமல் ஏறலாம்; அவ்வாறில்லாமல் நேரே மலையுச்சிக்கு ஏறினல் எந்திரலாபம் குறையும்; ஏறுவது சிரமமா யிருக்கும். ரயில் பாதைகளில் ஏற்றமும் இறக்கமும் சமதளமும் மாறி மாறி வரும். இவற்றையெல்லாம் அளவிட்டு அங்கங்கே குறித்திருப்பார்கள். 150-இல் 1 ஏற்றம் என்று குறித்தால், 150 அடி தூர சென்ருல் 1 அடி உயருகிறது என்று பொருள்.

ஆப்பு, கத்தி, கோடரி போன்ற கருவிகளும் சாய்தள அமைப்பை உடையவை. கத்தியின் நுனி கூராக இருந்தால்

சாய்வுக் கோணம் குறைவாக இருக்கும்; எந்திரலாபம் அதிகம். நுனி மழுங்கியிருந்தால் சாய்வுக்கோணம் அதிகமாகி எந்திர லாபம் குறைந்துவிடும்; இது சரியாக வெட்டாது.

உதாரணக் கணக்கு 1: ஒரு சாய்தளத்தின் நீளம் 50 செ.மீ. 600 கிராம் பளுவை 150 கிராம் திறனுல் உயர்த்து வதற்கு, சாய்தள உயரம் என்ன இருக்கவேண்டும்?

சாய்தளத்தில்,

$$\frac{L}{H}=\frac{W}{P}.$$

வேண்டிய உயரம் H செ. மீ. என்று வை.

$$\therefore \quad \frac{50}{H}=\frac{600}{150}.$$

$$\therefore \quad H=\frac{150}{600}\times 50$$

$$=\mathbf{12{\cdot}5} \text{ செ. மீ.}$$

உதாரணக் கணக்கு 2: ஒரு ரஸ்தாவின் ஏற்றம் 200-இல் 1. உராய்வினுல் ஏற்படும் தடை இல்லை என்று வைத்துக் கொண்டு, 4 டன் எடையுள்ள ஒரு லாரி அதன்மீது ஏறுவதற்கு எஞ்சின் எவ்வளவு திறனுடன் இழுக்கவேண்டும் என்று கணக்கிடு.

வேண்டிய திறன் P என்று வை.

சாய்தள நீளம் $=200$

சாய்தள உயரம் $=1$

பளு $=4\times 2240$ பவுண்டு.

$=8960$ பவுண்டு.

சாய்தளத்தில்,

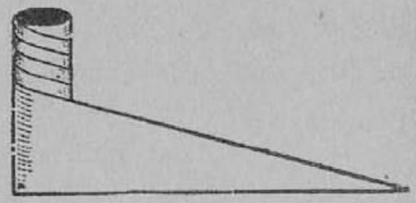
$$\frac{L}{H}=\frac{W}{P}.$$

$$\therefore \quad \frac{200}{1}=\frac{8960}{P}.$$

$$\therefore \quad P=\frac{8960}{200}=\frac{896}{20}.$$

$$=\mathbf{44{\cdot}8} \text{ பவு.}$$

திருகு (screw): இதுவும் சாய்தளத்தின் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. ஒரு காகிதத்தில் செங்கோண முக்கோணம் ஒன்று வெட்டு. இந்த முக்கோணத்தில் **கர்ணம்** (hypotenuse) சாய்தளத்தின் நீளம் போன்றது. ஒரு பென்சிலை எடுத்து, செங்கோணத்தின் ஒரு பக்கத்தைப் பென்சிலுடைய உயரத்துக்குப் பொருத்தமாக வைத்து, காகிதத்தைப் பென்சில்மீது சுற்று. சாய்தளத்தின் நீளப்பக்கம் ஒரு திருகின் புரியாக அமைவதைப் பார்.



படம் 34.
திருகின் அமைப்பு

திருகில் அடுத்துள்ள இரண்டு புரிகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரத்திற்குப் **புரியிடைத் தூரம்** (pitch of the screw) என்று பெயர். திருகை ஒரு சுற்றுச் சுற்றினால், திருகின் முனை ஒரு புரியிடைத் தூரம் முன்னேறும்.

சாய்தளத்தில் நீளம்/உயரம் என்பதுதான் எந்திரலாபம். திருகில் புரியின் சுற்றளவை நீளமாகக் கருதினால், அதன் புரியிடை தூரம், உயரமாகிறது.

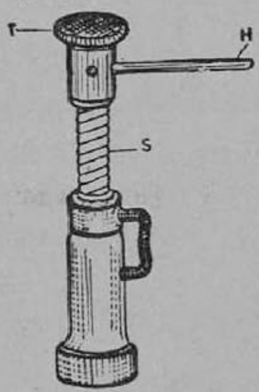
ஆகையால்,

$$\text{திருகின் எந்திரலாபம்} = \frac{\text{புரியின் சுற்றளவு}}{\text{புரியிடைத்தூரம்}}$$

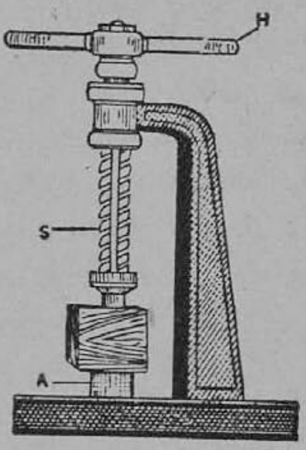
திருகின் அமைப்பைக் கொண்ட சாதனங்கள் பல நாம் உபயோகிக்கிறோம். சாதாரணத் திருகாணி, திருகு ஜாக்கி (screw jack), திருகு அழுத்தி (screw press) என்பவற்றில் திருகுகள் பயன்படுகின்றன.

திருகாணியை மரத்தினுள் செலுத்தத் திருப்புளியை உபயோகிக்கிறோம். இப்பொழுது எந்திரலாபம் மேலும் அதிகமாகிறது. திருப்புளிக் கைப்பிடி ஒரு தடவை சுற்றினால், திருகு ஒரு புரியிடைத் தூரம் நகரும். ஆகையால், கைப்பிடியின் சுற்றளவுக்கும் புரியிடைத் தூரத்துக்கும் உள்ள விகிதமே எந்திரலாபம்.

திருகு ஜாக்கி என்ற கருவியைக்கொண்டு மோட்டார்வண்டி அச்சை உயர்த்துகிறோம். இதில் ஒரு குழல் போன்ற மரைக்குள் ஒரு திருகு அமைந்திருக்கும். திருகின்மீது ஒரு மேடை இருக்கும். வண்டி அச்சுக்குக் கீழே இக்கருவியை அமைத்து கைப்பிடியைத் திருப்பினால் மரை அல்லது திருகு சுற்றும்; திருகு மேலே உயரும். அப்பொழுது வண்டி அச்சு உயர்த்தப்படும். கைப்பிடியை உபயோகிப்பதால், எந்திரலாபம் அதிகமாகிறது.



படம் 35. திருகு ஜாக்கி
S-திருகு H-கைப்பிடி
T-திருகின் மீது மேடை



படம் 36. திருகு அழுத்தி
S-திருகு H-கைப்பிடி
A-பொருளை வைக்கும் மேடை

திருகு அழுத்தியில், ஒரு நீண்ட கைப்பிடியுள்ள திருகு, ஒரு மரைக்குள் இயங்கும். கைப்பிடியை ஒரு திசையில் சுற்றினால், திருகு கீழே இறங்கும்; அடியில் வைக்கப்படும் புத்தகங்களையோ காகிதக் கட்டினையோ அழுத்தும். நீளமான கைப்பிடி இருப்பதால் இதில் எந்திரலாபம் அதிகமாகிறது.

கேள்விகள்

1. தனி எந்திரம் என்றால் என்ன? ஒரு தனி எந்திரத்தின் எந்திர லாபம் என்ன?

2. ஒரு தனி நிலேக்கப்பியின் எந்திரலாபம் என்ன? அதை எதற்கு உபயோகிக்கிறோம்?

3. ஓர் இயங்குக் கப்பியை உபயோகிப்பதால் கிடைக்கும் எந்திர லாபம் என்ன ?

4. ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் இரண்டு கப்பிகள் உள்ள இரண்டு கப்பித் தொகுதிகளேக்கொண்டு ஒரு பளுவை உயர்த்துவது எப்படி ? படம் வரைக. இந்த ஏற்பாட்டில் எந்திர லாபம் என்ன ?

5. ஒரு சாய்தளத்தில் எந்திரலாபம் எவ்வளவு ? இதை எவ்வாறு பரிசோதனேமூலம் நிரூபிக்கலாம் ?

6. தினசரி வாழ்க்கையில் பயன்படுத்தும் சாய்தள அமைப்புடைய சாதனங்களில் ஏதேனும் மூன்று கூறுக.

7. (a) ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் மூன்று கப்பிகளே உடைய இரு தொகுதிகள், (b) 80 அடி நீளமும் 16 அடி உயரமும் உள்ள சாய்தளம். இவற்றைக்கொண்டு 900 பவுண்டு பளுவை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான திறன்கள் எவ்வளவு ? இவற்றில் எது அதிக இலாபகரமானது ?

8. ஒரு சைக்கிளின் எடை 200 பவுண்டு; அதை ஓட்டுபவரின் எடை 150 பவுண்டு. 100-இல் 1 என்ற ஏற்றமுடைய ஒரு ரஸ்தாவில் அவர் சைக்கிளே ஓட்டும்பொழுது எவ்வளவு விசையைப் பிரயோகிக்கவேண்டும் ? (உராய்வு இல்லே.)

9. திருகின் அமைப்பு சாய்தளம் போன்றது என்பதை எப்படி நிரூபிக்கலாம் ? திருகின் எந்திர லாபம் என்ன ?

10. திருகின் அமைப்பு உடைய இரு கருவிகளேக் கூறுக. அவற்றின் உபயோகம் என்ன ?

11. (a) நேராக மலேயுச்சிக்கு ஏறும் ரஸ்தா, (b) வளேந்து வளேந்து உச்சிக்கு ஏறும் ரஸ்தா—இவற்றில் எதன் வழியே ஏறுவது எளிதானது ? ஏன் ?

12. ஆப்பு, கத்தி, கோடரி—இவை எந்த அமைப்புடைய கருவிகள் ? இவற்றில் எந்திரலாபம் அதிகமாயிருக்க என்ன செய்யவேண்டும் ?

செய்முறைப் பயிற்சி

1. ஓர் இயங்கு கப்பியையும், கப்பித் தொகுதிகளேயும் உபயோகித்து எந்திரலாபம் கண்டுபிடி.

2. ஒரு சாய்தளத்தில் நீளம், உயரம் ஆகியவற்றிற்கும் எந்திர லாபத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பரிசோதனே மூலம் நிரூபி.

8. பொருள்கள் வெப்பத்தினுல் பெருக்கமடைதல்

(வெப்பத்தினுல் பொருள்கள் பெருக்கமடைதல். திட, திரவ, வாயுப் பொருள்களின் பெருக்கமடைவதைப் பயன்படுத்தல்.)

வெப்பத்தின் இயல்புகள் : வெப்பம் (heat) என்பது சக்தியின் (energy) ஓர் உருவம் என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுவர். இது திட, திரவ, வாயுப் பொருள்களைப்போல் ஒரு பொருளன்று. இதற்கு எடை கிடையாது. இது ஒரு பொருளுடன் சேர்ந்தால், அந்தப் பொருளில் சில மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அவற்றைக் கொண்டு நாம் வெப்பத்தின் இயல்புகளைத் தெரிந்துகொள்கிரேம். எரிபொருள்களை எரித்தும், சூரியனிடமிருந்தும், வேறு சில வழிகளிலும் நாம் வெப்பத்தைப் பெறுகிரேம்.

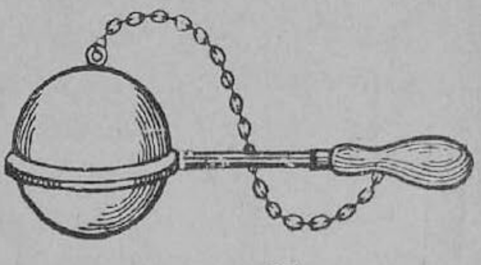
வெப்பத்தினுல் பொருள்களில் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகள் : ஒரு பொருளுக்கு வெப்பத்தைக் கொடுத்துக் கொண்டிருந்தால், அது சாதாரணமாகச் சூடாகிறது. இதையே, அதன் உஷ்ண நிலை (temperature) உயருகிறதென்று விஞ்ஞானிகள் சொல்வார்கள். நமது தொடுபுலனுல் இந்த மாறுபாட்டை நாம் அறியலாம்.

பெரும்பான்மையான பொருள்கள் வெப்பத்தைப் பெற்று உஷ்ண நிலை உயரும்பொழுது பெருக்கமடையும் (expansion); அவற்றின் நீளம், கனஅளவு முதலியன அதிகமாகும். வெப்பத்தைப் பெறும் சில பொருள்கள் தமது நிலையில் மாறுதலடையும் (change of state) ; திடப்பொருள் உருகித் திரவமாகலாம்; திரவம் கொதித்து ஆவியாகலாம். சில பொருள்கள் வெப்பத்தைப் பெற்று ரசாயன மாறுதல்கள் (chemical change) அடையலாம். எனவே வெப்பத்தினுல் பொருள்களில் ஏற்படக் கூடிய விளைவுகள் பின்வருமாறு :

1. உஷ்ண நிலை உயர்வு (rise of temperature).
2. பெருக்கமடைதல் (expansion).
3. நிலைமாற்றம் (change of state).
4. ரசாயன மாற்றம் (chemical change).

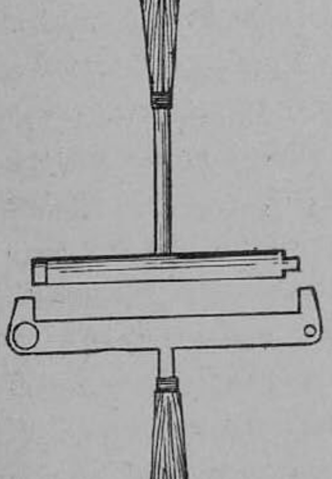
முதலில் பொருள்கள் பெருக்கமடைதலைப்பற்றி விவரமாகத் தெரிந்துகொள்வோம்.

திடப்பொருள்கள் பெருக்கமடைதல்—பரிசோதனை : 37-ம் படத்தில் காட்டியதுபோன்ற ஒரு கோளத்தையும் வளையத்தையும் எடுத்துக்கொள். இவை உலோகத்தினால் ஆனவை. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் கோளம் வளையத்திற்குள் தாராளமாகச் சென்று வரும். வளையத்தின் உள்விட்டத்தைவிட, கோளத்தின் விட்டம் மயிரிழை சிறிதாயிருக்கும். கோளத்தை ஒரு சுவாலையில் உஷ்ணப்படுத்தியபின் வளையத்தின்மீது வை. இப்பொழுது கோளம் வளையத்தினுள் நுழையவில்லை. சற்று நேரங் கழித்து, கோளம் குளிர்ந்தவுடன், அது வளையத்தினுள் நுழைகிறது. ஆகவே, வெப்பத்தைப் பெற்ற கோளம் பெருக்கமடைகிறது; குளிரும்பொழுது வெப்பத்தை வெளிவிட்டுச் சுருங்குகிறது.



படம் 37.
வெப்பத்தால் திடப்பொருள் பெருக்கம் அடைவதைக் காட்ட பந்தும் வளையமும்

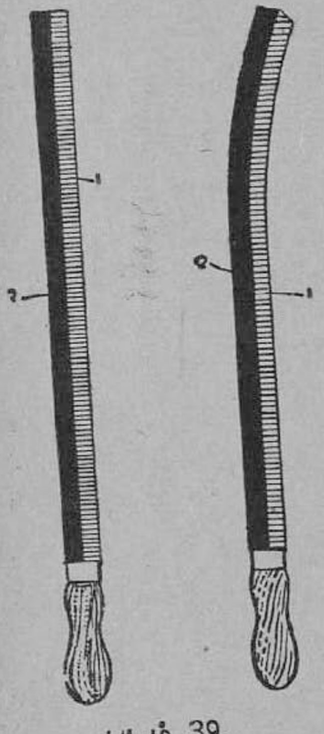
பரிசோதனை : 38-ம் படத்தில் காட்டியது போன்ற ஒரு கைப்பிடியுள்ள கோலையும் (bar), அதற்குரிய அளவுச் சட்டத்தையும் (gauge) எடுத்துக் கொள். சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அளவுச் சட்டத்திலுள்ள இடைவெளியில் கோல் சரியாகப் பொருந்துகிறது. கோலின் முனைகள் அளவுச் சட்டத்திலுள்ள வட்டத் துளைகளில் தடவிக் கொண்டு நுழைகின்றன. கைப்பிடியால் கோலைப் பற்றிக்கொண்டு, எட்னு அடுப்புச் சுவாலையில் சூடாக்கு. இப்பொழுது அளவுச்



படம் 38. கோலும் அளவுச் சட்டமும்

சட்டத்தில் அது பொருந்தாமல் நீண்டிருப்பதைப் பார். மேலும் கோலின் முனைகள் அவற்றிற்குரிய துளைகளில் நுழையாததையும் கவனி. ஆகவே வெப்பத்தினால் திடப் பொருள்கள் எல்லாத் திசைகளிலும் பெருக்கமடைகின்றன.

வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு அளவு பெருக்கமடைதல்—பரிசோதனை : படத்தில் காட்டியது போன்ற ஓர் இணைச் சட்டத்தை (compound bar) எடுத்துக் கொள். இதில் ஒரு புறம் இரும்புச் சட்டம்; மறுபுறம் பித்தளைச் சட்டம். சமமான நீளமும் அகலமும் தடிப்புமுள்ள இவை ஆணிகளால் ஒன்றாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் இந்த இணைச் சட்டம் நேராயிருக்கிறது. கைப்பிடியினால் இதைப் பற்றிக்கொண்டு, எட்னா அடுப்புச் சுவாலையில் இதைக் காய்ச்சு. உயர்ந்த உஷ்ண நிலையில் இணைச் சட்டம் வளைந்திருப்பதைப் பார். வளைவில் பித்தளை வெளிப்புறமாகவும், இரும்பு உட்புறமாகவும் அமைந்திருப்பதையும் கவனி.



படம் 39.
இணைச் சட்டம்
1. இரும்பு 2. பித்தளை

இணைச் சட்டம் இவ்வாறு வளைவதற்குக் காரணம் பித்தளை, இரும்பு ஆகியவற்றின் வெவ்வேறு அளவு பெருக்கமேயாகும். வளைவின் வெளிப்பகுதி, உட்பகுதியைக் காட்டிலும் சற்று அதிக நீளமிருக்கும். ஆகையால் பித்தளை, இரும்பைக் காட்டிலும் அதிக அளவு பெருக்கமடைகிறது.

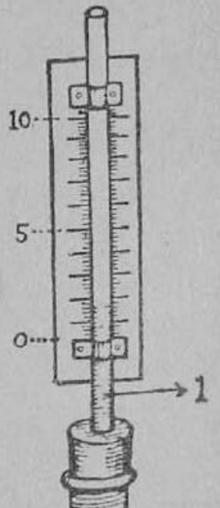
திடப் பொருள்கள் வெப்பத்தினால் பெருக்கமடையும் அளவு மிகவும் நுட்பமானது. கட்புலனாகும்படி அதிக அளவு பெருக்கம் திடப்பொருள்களுக்கு இல்லாததால்தான், மேற்கூறிய விதமான உபகரணங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனினும், விஞ்ஞானிகள் பெரும்பான்மையான திடப்பொருள்களின் பெருக்க

அளவுகளைப் பரிசோதனைகளால் நிர்ணயித்துள்ளார்கள். உதாரணமாகச் சில திடப் பொருள்களின் பெருக்க வீதங்கள் பின்வருமாறு: [ஒரு திடப் பொருளை 1°C உஷ்ண நிலையில் உயர்த்தினால், முன்னிருந்த நீளத்தில் எவ்வளவு வீதம் பெருக்கமடையும் என்பதைப் பின்வரும் நீளப்பெருக்க குணகங்கள் (co-efficients of linear expansion) குறிக்கும்.]

பித்தளை	0·000018
இரும்பு	0·000012
பிளாட்டினம்	0·000009
கண்ணாடி	0·000009
இன்வர் எஃகு	0.0000009

சமமாக உஷ்ண நிலையில் உயர்வு ஏற்பட்டால், சம நீளமுள்ள பித்தளை, இரும்புக் கோல்களின் பெருக்க அளவுகள் ·000018 : ·000012, அதாவது, 3 : 2 என்ற விகிதத்தில் இருக்கும் என்று அறிகிறோம்.

திரவப் பொருளின் பெருக்கம்—பரிசோதனை: ஒரு குடுவையில், பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டினால் நிறம் பெற்ற நீரை நிரப்பு. ஒற்றைத் துளை அடைப்பானில் ஒடுங்கிய துவாரமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலை நுழைத்து, அடைப்பானால் குடுவையை மூடு. அடைப்பானுக்கு மேல் சிறிது உயரத்திற்கு நீர் மட்டம் இருக்கட்டும். குடுவை நுழையக் கூடிய ஒரு முகவையில் பாதியளவு நீர் நிரப்பி, அதை ஒரு தாங்கியில் வைத்துச் சூடாக்கு. முகவை நீர் நன்றாகச் சூடாயிருக்கும் பொழுது, குடுவையைத் திடீரென்று அந்த நீரில் அமிழ்த்து. நிகழ்வதைக் கவனி.



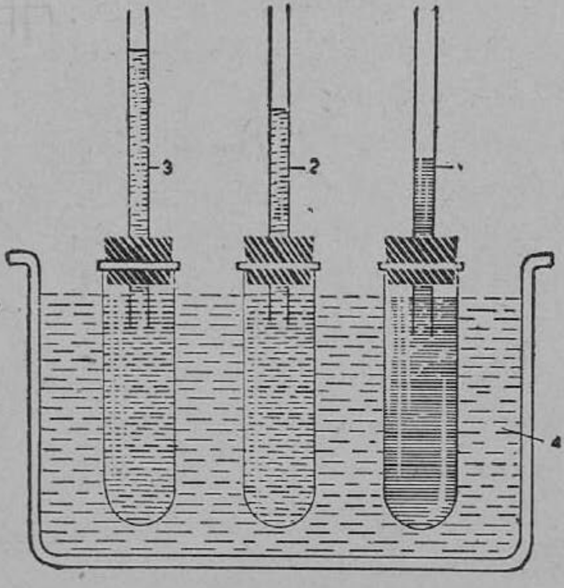
படம் 40. வெப்பத்தால் திரவம் பெருக்கமடைதலைக் காட்ட உபகரணம். 1. ஒடுங்கிய கண்ணாடிக்குழாய் 2. நீர் நிறைந்த குடுவை.

கண்ணாடிக் குழாயிலுள்ள நீர் மட்டம் முதலில் சிறிது இறங்கி, பிறகு ஏறத் தொடங்குகிறது. சூடான நீரிலிருந்து குடுவை நீர் மேன்மேலும் வெப்

பம் பெறும் பொழுது, குழாயிலுள்ள நீர் மட்டம் முதலிலிருந்த மட்டத்தைத் தாண்டி அதிக உயரம் ஏறிவிடுகிறது.

குழாயிலுள்ள நீர் மட்டம் முதலில் இறங்குவதற்குக் காரணமென்ன? சூடான நீரின் வெப்பம் முதலில் குடுவையைத்தான் உஷ்ணப் படுத்துகிறது. இதனுல் குடுவை திடீரென்று பெருக்கமடைந்து அதன் கொள்ளளவு அதிகமாகிவிடுகிறது. இந்த அதிக இடத்தை நிரப்ப, குழாயிலுள்ள நீர் சிறிது இறங்குகிறது. பிறகு குடுவை நீரும் வெப்பத்தைப் பெற்றுப் பெருக்கமடைகிறது. நீரின் பெருக்கம் கண்ணுடியின் பெருக்கத்தை விட மிகவும் அதிகமாயிருப்பதால், நீர் மட்டம் முதலிலிருந்ததைவிட மிகவும் உயர்ந்து விடுகிறது.

வெவ்வேறு திரவங்களின் பெருக்கம் வெவ்வேறுயிருக்கும்: ஒரே அளவுள்ள பெரிய சோதனைக் குழாய்களில் நீர்,



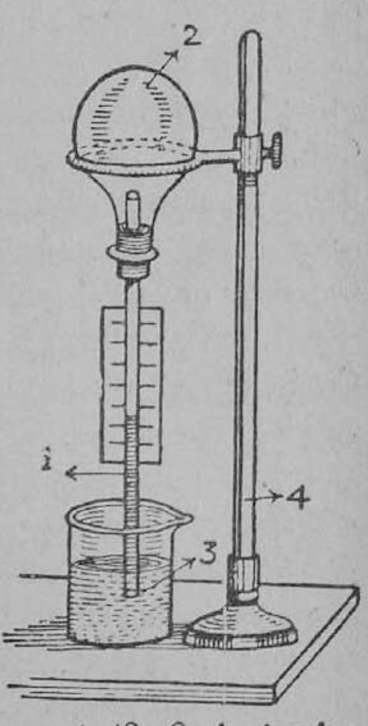
படம் 41. வெவ்வேறு திரவங்கள் வெவ்வேறு அளவு பெருக்கம் அடைதல்
1. பாதரசம் 2. நீர் 3. ஆல்கஹால்

ஆல்கஹால், பாதரசம் போன்ற வெவ்வேறு திரவங்களை நிரப்பு. ஒரே அளவு துவாரமுள்ள கண்ணுடிக் குழாய்களை அடைப்பான்களில் நுழைத்து, சோதனைக் குழாய்களை மூடு. குழாய்களி

ளுள்ள திரவ மட்டங்கள் முதலில் சமமாயிருக்கட்டும். இந்தச் சோதனைக் குழாய்களை ஒரு தொட்டியில் வைத்து, வெந்நீரை ஊற்று. இப்பொழுது வெவ்வேறு குழாய்களில் உள்ள திரவ மட்டங்கள் வேறுபடுவதைக் கவனி. பாதரசத்தின் பெருக்கம் குறைவாகவும், ஆல்கஹாலின் பெருக்கம் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

வாயுப் பொருள்கள் விரிவடைதல்—பரிசோதனை : ஒரு குடுவையில் அடைப்பானையும் குழாயையும் பொருத்தியபின், அதைப் படத்தில் காட்டியதுபோல் தலைகீழாகத் திருப்பி, குழாயின் முனை ஒரு தொட்டி நீரில் மூழ்கியிருக்கும்படி அமை.

குடுவையை இரு கைகளாலும் பிடித்துக் கொள். கையிலிருந்து குடுவையை அடையும் வெப்பத்தினாலேயே குடுவையும் உள்ளேயிருக்கும் காற்றும் சூடாகும். தொட்டி நீர் வழியே சில வாயுக் குமிழிகள் வெளியேறுவதைப் பார்.



படம் 42. வெப்பத்தால் காற்று விரிவடைதலைக் காட்ட உபகரணம்

1. ஒடுங்கிய கண்ணாடிக்குழாய் 2. குடுவை, 3. முகவை நீர் 4. தாங்கி.

ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையைக் குடுவைக்கு அருகே கொணர்ந்து இலேசாகச் சூடாக்கு. காற்று அதிக அளவு பெருக்கமடைந்து, கணக்கற்ற வாயுக் குமிழிகள் தொட்டி நீர் வழியே வெளியே வருகின்றன.

கையின் வெப்பத்தினாலேயே, கட்புலனாகும் அளவுக்குக் காற்று பெருக்கமடைகிறது என்று அறிகிறோம். காற்றைப் போலவே பிற வாயுக்களும் பெருக்கமடைகின்றன என்பதை வெவ்வேறு வாயுக்களைக் குடுவையில் நிரப்பிச் சோதனை செய்து நிரூபிக்கலாம்.

பொருள்கள் வெப்பத்திஞல் விரிவடைதலைப் பயன்படுத் தல்: 1. ஒரு வண்டியின் மரச்சக்கரத்திற்கு இரும்புப் பட்டா வைப் பொருத்தும் விதத்தை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இரும்புப் பட்டாவைச் செஞ்சூட்டு நிலைக்கு உஷ்ணப்படுத்தி, அது விரிந்து பெரிதாயிருக்கும் நிலையில், அதை மரச் சக்கரத் தைச் சுற்றியிருக்கும்படி வைப்பார்கள். அதன்மேல் குளிர் நீர் ஊற்றிஞல் அது சுருங்கி மரச் சக்கரத்தை இறுகப் பற்றிக் கொள்கிறது.

2. ரயில் பாதைகளில் அடுத்தடுத்துள்ள இரு தண்ட வாளங்களுக்கு இடையே சிறிது இடைவெளி விடப்பட்டிருக்கும். கோடைகால வெப்பத்திஞல் தண்டவாளங்கள் நீளுவதற்கு இந்த இடம் உதவுகிறது. இடம் விடப் பெருவிட்டால், தண்ட வாளங்கள் வெப்பத்திஞல் விரிவடையும் பொழுது ஒன்றை யொன்று முட்டிக்கொண்டு வளைந்துவிடும்.

3. ஒரு கண்ணுடிப் புட்டியின் மூடி இறுகலாக இருக்கும் பொழுது, அதன் கழுத்துப் புறத்தைச் சிறிது சூடாக்கிஞல் மூடியை எளிதில் கழற்றிவிடலாம்.

4. பெரிய இரும்புப் பாலங்களில் அமைக்கப்படும் உத்தி ரங்களை (கர்டர்கள்) ஒரு முனையில்தான் உறுதியாகக் கட்டடத் தில் பொருத்தியிருப்பார்கள்; மற்ருெரு முனை ஓர் உருளையின் மீது தாங்கப்படும்; வெப்பத்திஞல் நீளுவதற்கு வேண்டிய இடமும் இருக்கும். இவ்வாறு இல்லாது, இருமுனைகளையும் அசைய முடியாமல் கட்டடத்துடன் பொருத்தி வைத்தால், உத்திரம் நீட்சியடைய இடமில்லாது வளைந்து பாலம் பாழாகி விடும்.

5. பித்தளை-இரும்பு இணைச் சட்டத்தை உஷ்ணப்படுத் திஞல் அது வளைகிறதல்லவா? இதை உபயோகித்து, தீ எச்ச ரிக்கைக் கருவிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்விதச் சட்டம் ஒன்று ஒரு மின்சார சுற்றில் (electric circuit) இணைந்திருக் கும். சாதாரணமாகச் சட்டத்தின் ஒரு முனை ஒரு தாமிரக் கம்பி யின் முனையிலிருந்து சிறிது விலகியிருப்பதால் மின்சாரச் சுற்று பூர்த்தியாயிராது. இக்கருவி உள்ள இடத்தினருகே தீப்பற்றிக்

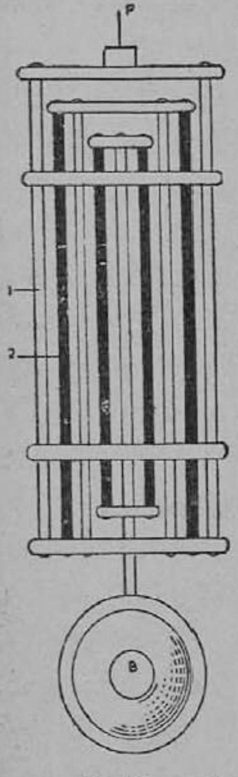
கொண்டால், அதன் வெப்பத்தால் இணைச் சட்டம் வளைந்து, தாமிரக் கம்பியின் முனையைத் தொட்டு மின்சாரச் சுற்று பூர்த்தியாகும். இதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மின்சார மணி உடனே அடிக்கும்.

6. பிளாட்டினமும் கண்ணுடியும், வெப்பத்தால் பெருக்கமடையும் அளவு சமம். (இதை அட்டவணையில் பார்.) இக்காரணத்தினுல் பிளாட்டினக் கம்பியைக் கண்ணுடிக் குழாயின் குறுக்கே செல்லும்படி அமைக்கலாம். வேறு ஒரு உலோகக் கம்பியை இவ்வாறு அமைத்தால், உஷ்ணநிலை மாறும்பொழுது பெருக்க வித்தியாசத்தால், கண்ணுடி உடைந்துவிடும் ; அல்லது கம்பி தளர்ந்து வெளிவந்துவிடும். தற்காலத்தில், பிளாட்டினத்திற்குப் பதிலாக, அதே அளவு பெருக்கம் உடைய பிளாட்டினைட்டு (platinite) என்ற மலிவான கலப்பு உலோகம் உபயோகப்படுகிறது.

7. **ஈடு செய்த ஊசல்களில்** (compensated pendulums) வெப்பத்தினுல் ஏற்படும் பெருக்கம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரிய கடிகாரத்தில் உபயோகிக்கப்படும் சாதாரண ஊசல் பருவகால உஷ்ணநிலை மாறுபாட்டினுல் நீளம் மாறும். கோடையில் நீளம் அதிகரிக்கும் ; இதனுல் அலைவு நேரம் அதிகரித்து, கடிகாரம் தாமதமாகச் செல்லும் ; குளிர்காலத்தில் ஊசலின் நீளம் குறையும் ; அலைவு நேரம் குறையும் ; ஆகையால் கடிகாரம் வேகமாகச் செல்லும். இவ்வாறு ஏற்படாமலிருக்க வேண்டுமானுல், ஊசலின் நீளம் வெப்பத்தினுல் மாருமலிருக்க வேண்டும். ஈடு செய்த ஊசலில் நீளம் மாருதிருக்க ஏற்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

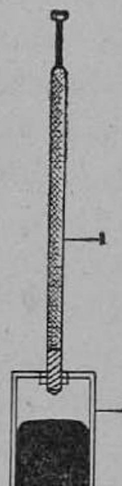
ஒரு வகை ஈடுசெய்த ஊசல் 43-ம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் மையத்திலிருந்து ஒரு ஓரம்வரை சென்ருல் மூன்று இரும்புக் கம்பிகளும் இரண்டு பித்தளைக் கம்பிகளும் மாறி மாறி அமைந்திருக்கும். சமநீளமுள்ள பித்தளையின் பெருக்கமும் இரும்பின் பெருக்கமும் 3 : 2 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். ஆகவே மூன்று இரும்புக் கம்பிகளின் பெருக்கமும் இரண்டு பித்தளைக் கம்பிகளின் பெருக்க

மும் சமமாயிருக்கும். இரும்புக் கம்பிகளின் பெருக்கம் ஊசல் குண்டைத் தாழ்த்தும்படியாகவும் பித்தளைக் கம்பிகளின் பெருக்கம், ஊசல் குண்டை உயர்த்தும்படியாகவும் கம்பிகள் இணைக் கப்பட்டிருப்பதால், ஊசல் குண்டு தொங்கு தானத்திலிருந்து அதே உயரத்தில் இருக்கும். அதாவது உஷ்ணநிலை மாறுபாடுகளால் ஊசலின் நீளம் மாருது. இத்தகைய ஈடு செய்த ஊசல் அமைத்த கடிகாரம் கோடையிலும் குளிர்காலத்திலும் ஒரே வேகத்துடன் செல்லும்.



படம் 43. ஈடு செய்த ஊசல்
1. இரும்புக் கம்பி
2. பித்தளைக் கம்பி
P-தொங்கு தானம்
B-ஊசல் குண்டு

இதைத் தவிர வேறு வகையான ஈடு செய்த ஊசல்களும் இருக்கின்றன. மற்ருெரு வகை ஈடு செய்த ஊசலில், ஊசல் குண்டு ஒரு தொட்டி போல் அமைந்திருக்கும். கம்பி இரும்பினுல் அமைந்திருக்கும். தொட்டியில் பாதரசம் ஊற்றப் பட்டுள்ளது. கோடை உஷ்ணத்தில் இரும்புக் கம்பியின் பெருக்கத்தால் ஊசல் குண்டின் மையம் கீழிறங்கும்; ஆனுல் பாதரசம் மேல் நோக்கிப் பெருக்கமடைவதால் மையம் உயரும். கணக்கிடப்பட்ட பாதரசத்தை ஊற்றி, இந்த இரு அளவுகளும் சமமாக இருக்கும்படி செய்வார்கள். ஆகவே ஊசலின் நீளம் எப்பருவத்திலும் மாருதிருக்கும்.



படம் 44. பாதரசத்தால் ஈடு செய்த ஊசல்
1. இரும்புக் கம்பி
2. பாதரசம் உள்ள ஊசல் குண்டு

இன்வர் ஃகு என்ற பொருளின் பெருக்கம் மற்ற

எல்லாத் திடப் பொருள்களின் பெருக்கங்களைக் காட்டிலும் குறைவு. இதனால் அமைக்கப்படும் ஊசலில் கோடையிலும், குளிர் காலத்திலும் ஏற்படும் நீள மாறுபாடு மிகக் குறைவா யிருக்கும். ஆகவே இன்வர் எஃகினால் செய்யப்படும் ஊசல் களைக் கடிகாரங்களில் அமைக்கலாம். இத்தகைய கடிகாரம், எப்பருவத்திலும் அனேகமாக ஒரே வேகத்துடன் இயங்கும்.

சிறு கடிகாரங்களில் ஊசலுக்குப் பதிலாகச் சமநிலைச் சக்க ரங்கள் இருக்கும். இவையும் வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்பட்டுப் பெரிதாகும் பொழுது கடிகாரம் தாமதமாக ஓடும். இதை ஈடு செய்வதற்கு, சக்கரத்தின் விளிம்பு ஒரே வளையமாக இல்லாமல் மூன்று பகுதிகளாக அமைக்கப்பட்டு, இணைச் சட்டங்களால் செய்யப்பட்டிருக்கும். சமநிலைச் சக்கரத்தின் மூன்று ஆரக் கால்கள் வெப்பத்தினால் நீளும் பொழுது, இணைச் சட்டங்களின் ஒரு முனை வெளி நோக்கி நகரும்; அதே சமயம் இணைச் சட்டங் கள் வளைவதால், அவற்றின் மறுமுனை மையம் நோக்கி நகரும். இதனால் சக்கரத்தின் அலைவு நேரம் எப்பருவத்திலும் மாறு திருக்கும்.

8. திரவங்களும் வாயுக்களும் பெருக்க மடைவதைப் பயன் படுத்தி உஷ்ணமானிகள் செய்யப்படுகின்றன. வாயு உஷ்ண மானிகள் திரவ உஷ்ணமானிகளைக் காட்டிலும் நுட்பமானவை; ஆனால் வாயு உஷ்ணமானிகளைத் திரவ உஷ்ணமானிகளைப் போல் எளிதாக உபயோகிக்க முடியாது; சில பிரத்யேகமான பரிசோதனைகளில் மட்டும் அவை பயன்படும்.

கேள்விகள்

1. வெப்பத்தினால் பொருள்களில் ஏற்படக் கூடிய விளைவுகள் என்ன?

2. திடப் பொருள்கள் பெருக்கமடைகின்றன என்பதைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனை விவரி.

3. பித்தளையும் இரும்பும் வெவ்வேறு அளவு பெருக்கமடைகின்றன என்பதை எப்படி நிரூபிக்கலாம்?

4. திரவப் பொருள் திடப் பொருள்களைக் காட்டிலும் அதிகமாகப் பெருக்கமடைகிறது என்பதை எச் சோதனையால் காட்டலாம்?

5. ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழைத் திடீரென்று வெந்நீரில் மூழ்க வைத்தால், பாதரசம் முதலில் சிறிது இறங்கி விட்டுப் பிறகு மேலேறுகிறது; இது ஏன்?

6. வாயுப் பொருளின் பெருக்கத்தை எப்படி நிரூபிக்கலாம்?

7. இருப்புப் பாதைகளில், அடுத்தடுத்துள்ள தண்டவாளங்களுக்கு இடையே சிறிது இடைவெளி விட்டிருப்பது ஏன்?

8. மரச் சக்கரத்திற்கு இரும்புப் பட்டாப் போடுவது எப்படி?

9. தீ எச்சரிக்கைக் கருவி எவ்வாறு அமைக்கப்படுகிறது?

10. பிளாட்டினைட்டு என்பது யாது? அதன் உபயோகம் என்ன?

11. ஈடு செய்த ஊசல் என்றால் என்ன? ஏதேனும் ஒரு வகை ஈடு செய்த ஊசலின் அமைப்பை விவரித்தெழுது.

12. இன்வர் எஃகு எதற்குப் பயன்படுகிறது? ஏன்?

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. இறுகலான அடைப்பானைப் புட்டியிலிருந்து கழற்றிச் சோதனை செய்து பார்.

2. வெப்பத்தினால் பொருள்கள் பெருக்கமடைவதைக் காட்டும் பரிசோதனைகளைச் செய்.

9. உஷ்ணமானிகள்

(உஷ்ண நிலை—உஷ்ணமானி வகைகள். ஜுரமானி, உச்சநீச உஷ்ணமானி (ஸிக்ஸ் அமைத்தது). உஷ்ணநிலை அளவுகள்—சென்டிகிரேடு (சதாம்சம்), பாரன்ஹைட்டு.)

வெப்பத்திற்கும் உஷ்ணநிலைக்கும் உள்ள பேதம்: வெப்பம் (heat) என்பது சக்தியின் ஓர் உருவம் என்று கூறப்பட்டது. வெப்பத்தை ஒரு பொருளுக்குக் கொடுத்தால், அது அடையக் கூடிய மாறுதல்களில் உஷ்ணநிலை (temperature) உயர்வும் ஒன்று என்றும் பார்த்தோம். ஆகவே வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளின் உஷ்ணநிலை உயர்வுக்கு மூல காரணமாயிருக்கிறது என்று அறியலாம்.

வெப்பம் வேறு, உஷ்ண நிலை வேறு, என்பதைச் சில உதாரணங்களால் விளக்கலாம். ஒரு பெரிய முகவையில் 1000

கிராம் நீரும் ஒரு சிறு முகவையில் 10 கிராம் நீரும் உள்ளன. இவற்றைக் கொதிக்கும் நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறோம். 10 கிராம் நீருக்கு தேவையானதைப் போல் 100 மடங்கு வெப்பம் கொடுத்தால்தான் 1000 கிராம் நீர் கொதிக்கும் நிலைக்கு வரும். ஆகவே 10 கிராம் கொதிக்கும் நீரிலுள்ள வெப்பத்தைக் காட்டிலும் 1000 கிராம் கொதிக்கும் நீரில் அதிக வெப்பம் உள்ளதென்பது தெளிவு. ஆனால் இரண்டும் நமது கைக்கு ஒரே அளவு சூடு உள்ளது போல் தோன்றும்; அதாவது இரண்டும் ஒரே உஷ்ண நிலையில் இருக்கின்றன. ஆனால் வெவ்வேறு வெப்பம் உடையனவாயுள்ளன.

ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையில் ஓர் இரும்புக் கம்பியை ஒரு நிமிஷ நேரம் சூடாக்கினால் அது செஞ்சூடாகித் தொட முடியாத நிலையை அடைகிறது. அந்தச் சுவாலையின் வெப்பத்தை ஐந்து நிமிஷ நேரத்துக்கு ஒரு முகவையிலுள்ள நீருக்குக் கொடுத்தால், அந்த நீர் சிறிதுதான் சூடாகியிருக்கும்; ஆகையால் குறைவான வெப்பமுள்ள இரும்புக் கம்பி, உயர்ந்த உஷ்ண நிலையிலும், அதிகமான வெப்பமுள்ள நீர், குறைவான உஷ்ண நிலையிலும் இருக்கின்றன. மேலும், செஞ்சூடான இரும்புக் கம்பியை முகவையிலுள்ள வெந்நீரில் போட்டால், செஞ்சூடான கம்பியிலுள்ள வெப்பம் வெந்நீருக்குச் செல்லும்; கம்பியின் உஷ்ண நிலை வெந்நீரின் உஷ்ண நிலைக்குச் சமமாகி விடும்.

ஆகவே ஒரு பொருளிலிருக்கும் வெப்பம் மற்றொரு பொருளுக்குச் செல்வதற்கு உஷ்ண நிலை வித்தியாசமே காரணமாகிறது; பொருள்களிலுள்ள வெப்பத்தின் அளவு அன்று. உயர்ந்த உஷ்ண நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையுள்ள பொருளுக்கு எப்பொழுதும் வெப்பம் செல்லும்; இரு உஷ்ண நிலைகளும் சமமாகும் வரை செல்லும்.

உஷ்ண நிலையும் நமது தொடுபுலனும்: தொடக் கூடிய உஷ்ண நிலையுள்ள பொருள்களாயிருந்தால், நாம் கையினால் அவற்றைத் தொட்டு, எது சூடாயிருக்கிறது, எது குளிர்ச்சியாயிருக்கிறது என்று ஒருவாறு சொல்லலாம். இவ்வாறு சொல்

வதில் கூட சில சமயம் தவறு ஏற்பட்டு விடும். அதிக உஷ்ண மான நீரைத் தொட்ட கையால் மித உஷ்ணமான நீரைத் தொட்டால், பின்னது குளிர்ந்திருப்பது போல் தோன்றும். அதே சமயத்தில், மற்ருெரு கையால் குளிர்ந்த நீரைத் தொட்டு விட்டு மித உஷ்ண நீரைத் தொட்டால், இது சூடாயிருப்பது போல் தோன்றும். குளிர்ந்த காலே வேளேயில் திறந்த வெளியில் கிடக்கும் ஓர் இரும்புத் துண்டையும் ஒரு மரத் துண்டையும் தொட்டுப் பார்த்தால், இரும்புத் துண்டு மரத்துண்டைக் காட்டிலும் அதிகக் குளிர்ச்சியுள்ளது போல் தோன்றும். உண்மையில் அவை இரண்டும் ஒரே உஷ்ண நிலேயில் இருக்கின்றன என்பதைத் தகுந்த கருவியால் அளந்து நிரூபிக்கலாம். ஆகவே, நமது தொடுபுலனேக் கொண்டு, பொருள்களின் உஷ்ண நிலே களேத் துல்யமாக மதிப்பிட முடியாது.

உஷ்ணமானி : பொருள்களின் உஷ்ண நிலேகளே அளக்க உதவும் கருவிக்கு **உஷ்ணமானி** (thermometer) என்று பெயர். வெப்பத்திஞல் பொருள்கள் பெருக்கமடைகின்றன ; அதே சமயத்தில் அவற்றின் உஷ்ண நிலேயும் பெரும்பாலும் உயரும். நிலேமாற்றம் ஏற்படாத சமயத்தில் இந்த இரண்டு மாறுதல்களும் பல பொருள்களில் நேர் விகிதமாக இருக்கின்றன என்பதை விஞ்ஞானிகள் நிரூபித்துள்ளனர். இந்த உண்மையை உபயோகித்து உஷ்ணமானிகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

உஷ்ண நிலே உயர்விஞல் திடப் பொருள்களில் ஏற்படும் பெருக்கம் மிகக் குறைந்த அளவாயிருப்பதால், அவை சாதாரண உஷ்ணமானிகள் செய்யப் பயன்படமாட்டா. திரவங்களின் பெருக்கம் திடப் பொருள்களின் பெருக்கத்தைக் காட்டிலும் பல மடங்கு அதிகம். ஆகவே தகுந்த திரவத்தை உஷ்ணமானியில் அமைத்து, அதன் பெருக்கத்தைக் கொண்டு உஷ்ண நிலேயை அளக்கலாம். [வாயுப் பொருள்கள் திரவங்களேக் காட்டிலும் அதிகமாகப் பெருக்கமடையும். அவற்றை உபயோகித்துச் சில தனிப்பட்ட உஷ்ணமானிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. ஆஞல் அவை தினசரி உபயோகத்திற்கு ஏற்றவையல்ல.]

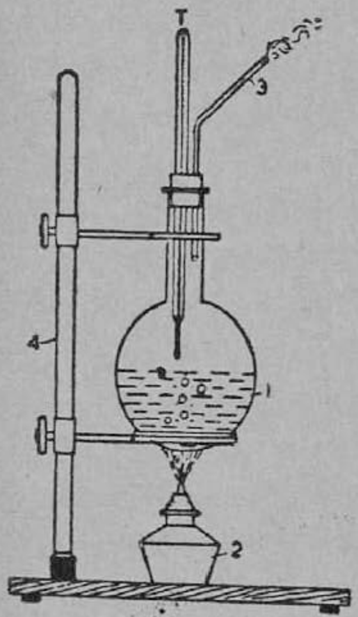
உஷ்ணமானியின் அமைப்பு : ஒரு கண்ணுடிக் குமிழும்

(bulb) அதனுடன் சேர்ந்த ஒடுங்கிய குழாயும் பாதரசத்தினால் (அல்லது ஆல்கஹாலினால்) நிரப்பப்படும். குமிழ் மெல்லிய கண்ணாடியினாலும், குழாய் தடித்த கண்ணாடியினாலும் அமைந்திருக்கும். முதலில் குழாயின் மேற்புறம், ஒரு புனல் போல் அமைந்திருக்கும். அதில் பாதரசத்தை ஊற்றி, குமிழைச் சூடாக்கினால், குமிழிலுள்ள காற்று விரிவடைந்து, அதில் ஒரு பகுதி, மேலேயுள்ள பாதரசத்தின் வழியே வெளியேறி விடும். இப்பொழுது குமிழைக் குளிர வைத்தால், எஞ்சியிருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் குறைகிறது. மேலேயுள்ள பாதரசம் வாயுமண்டல அழுத்தத்தினால் கீழே குமிழுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இப்பொழுது குமிழை மறுபடியும் சூடாக்கினால், பாதரசம் கொதித்து, அதனுடைய ஆவி, எஞ்சியுள்ள காற்று முழுவதையும் வெளியேற்றி விடும். குமிழை மறுபடியும் குளிரச் செய்தால், பாதரச ஆவி சுருங்கிவிடுகிறது. புனலிலுள்ள பாதரசம் குமிழையும் குழாயையும் நிரப்புகிறது. ஓர் ஒடுங்கிய சுவாலையினுதவியால் புனல் பகுதியை உருக்கி மேற்புறத்தில் மூடிவிடலாம்.

திட்ட வரைகள் : இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட உஷ்ணமானியில் அளவுக் கோடுகள் வரைவதற்கு, ஆதாரமான இரண்டு உஷ்ண நிலைகளை அதில் குறிக்கவேண்டும். இதற்கு இரண்டு பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளை விஞ்ஞானிகள் அமைத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். இவை திட்ட வரைகள் (fixed points) என்று சொல்லப்படும். உருகும் பனிக்கட்டியின் (melting ice) உஷ்ண நிலை கீழ்த் திட்ட வரை (lower fixed point) என்றும், பிரமாண அழுத்தத்தில் (standard pressure) நீரின் கொதி நிலை (boiling point of water) மேல் திட்ட வரை (higher fixed point) என்றும் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்த இரு திட்ட வரைகளையும் உஷ்ணமானியில் குறிப்பிட வேண்டும்.

கீழ்த்திட்ட வரையைக் குறிப்பிடுவதற்கு, உஷ்ணமானியின் குமிழைச் சூழ்ந்து உருகும் பனிக்கட்டி இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். அப்பொழுது குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் இறங்கி, குமிழுக்கு மேலே ஓரிடத்தில் நிலையாக நிற்கும். இந்த மட்டத்

திற்குச் சரியாக, உஷ்ணமானிக் குழாயின் வெளிப்புறத்தில் ஒரு குறியிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். 52-ஆம் படம் பார்க்கவும்.

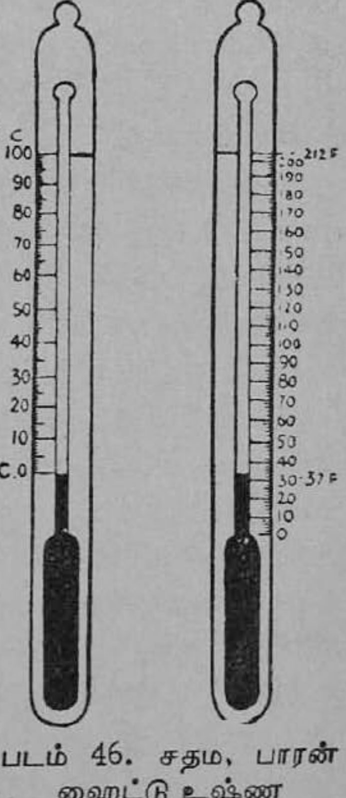


படம் 45. மேல் திட்ட வரையைக் குறிக்க உதவும் உபகரணம்.

1. குடுவையில் நீர்
2. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு
3. நீராவி வெளியேறும் குழாய், 4. தாங்கி

T-உஷ்ண மானி

மேல் திட்ட வரையைக் குறிப்பதற்கு, ஒரு குடுவையில் சுத்த நீரைக் கொதிக்க வைத்து, உஷ்ணமானியின் குமிழ் ஆவியால் சூழப்பட்டிருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். (படம் 45.) குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் அடைப்பானுக்கு வெளியே தெரியும்படி குழாயை உயர்த்திக் கொள்ள வேண்டும். குடுவையில் நீர் கொதித்துக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, குழாயிலுள்ள பாதரச மட்டம் நிலையாயிருக்கும். அதைக் குழாயின் வெளிப் புறத்தில் குறிக்க வேண்டும்.



படம் 46. சதம, பாரன் ஹைட்டு உஷ்ண மானிகள்.

உஷ்ணநிலை அளவு முறைகள் : இந்த இரு திட்ட வரைகளுக்கும் இடையேயுள்ள உஷ்ண நிலைகளைக் குறிப்பதற்கு வெவ்வேறு முறைகள் இருக்கின்றன. சதாம்ச அளவு முறையில், கீழ்த்திட்ட வரை 0 டிகிரி என்றும் மேல் திட்டவரை 100 டிகிரி என்றும் கொள்ளப்பட்டு, இடையுள்ள பகுதி 100 டிகிரிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

பாரன்ஹைட்டு அளவு முறையில், கீழ்த்திட்ட வரை 32

டிகிரி என்றும், மேல் திட்டவரை 212 டிகிரி என்றும் கொள்ளப் பட்டு, இடைப்பகுதி 180 டிகிரிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

ஆகவே சதாம்ச அளவில் 1 டிகிரி என்பதும் பாரன்ஹைட்டு அளவில் 1 டிகிரி என்பதும் வெவ்வேறு மதிப்புடையன என்று அறிகிரோம்.

100 சதாம்ச டிகிரிகள் $=180$ பாரன்ஹைட்டு டிகிரிகள்.

$\therefore$ 1 சதாம்ச டிகிரி $=\frac{180}{100}=\frac{9}{5}$ பாரன்ஹைட்டு டிகிரிகள்.

46-ம் படத்தைப் பார்த்து இந்த இரு அளவு முறைகளுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைத் தெரிந்துகொள்.

ஒரு அளவில் குறிக்கப்பட்ட உஷ்ண நிலையை மற்றொரு அளவுக்கு எளிதாக மாற்றலாம்.

சதாம்ச அளவில் C என்ற உஷ்ண நிலை, பாரன்ஹைட்டு அளவில் F-க்குச் சமமானல், இவை இரண்டுக்கும் உள்ள சம்பந்தம் பின்வருமாறு:

$$C=\frac{5}{9}(F-32)$$

அல்லது,

$$F-32=\frac{9}{5}C.$$

உதாரணக் கணக்கு: மனித உடல் உஷ்ண நிலையை 98·6° **பா**. என்று வைத்துக்கொண்டு, அதற்குச் சமமான சதாம்ச உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடி.

$$\begin{aligned} C &= \frac{5}{9}(98{\cdot}6-32) \\ &= \frac{5}{9}\times 66{\cdot}6 \\ &= 5\times 7{\cdot}4 \\ &= 37. \end{aligned}$$

$\therefore$ 98·6° F என்பது 37° C.

உஷ்ணமானியில் பயன்படும் திரவம்: பல திரவங்களை உபயோகப்படுத்தி ஆராய்ச்சி செய்ததில் பாதரசமே சாதாரண உஷ்ணமானிகளுக்கு ஏற்றதென விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந் தார்கள். ஆதலால் சாதாரணமாகப் பல உஷ்ணமானிகளில் காணப்படும் திரவம் பாதரசமே.

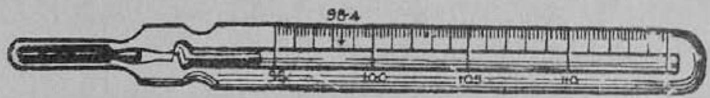
இதற்குக் காரணம்: (1) இதன் கொதி நிலை அதிகம் (357°C). (2) பாதரசம் மிகப் பளப்பளப்பானது. ஆதலால்

கண்ணுடியின் வழியே அதை எளிதில் பார்க்கக்கூடும். (3) கண்ணுடியில் ஒட்டாது. (4) வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மையுடையது. எனவே எப்பொருளில் வைக்கப் படுகிறதோ அப்பொருளின் உஷ்ண நிலையைச் சீக்கிரம் அடையும். (5) மிகவும் சுத்தமாகக் கிடைக்கிறது. (6) இது மிகக் குறைவான வெப்ப எண்ணையுடையது (·033). ஆகவே பாதரசம் குறைவான வெப்பத்தை எடுத்துக்கொண்டு பொருளின் உஷ்ண நிலையை அடையும். சோதனைச் சாலைகளில் விஞ்ஞான பரிசோதனைகளில் பெரும்பாலும் சதாம்ச அளவு உபயோகிக்கப் படுகிறது. ஓரிடத்தில் காற்றின் உஷ்ண நிலை, மனித உடல் உஷ்ண நிலை முதலியன பாரன்ஹைட்டு அளவில் கண்டுபிடிக்கப் படுகின்றன. தினசரிப் பத்திரிகைகளில் அநேக இடங்களின் உஷ்ண நிலைகள் பிரசுரிக்கப்படுவதை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். இந்த அளவுகளெல்லாம் பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானியினுல் எடுக்கப்பட்ட அளவுகளேயாகும்.

ஆல்கஹால் உஷ்ணமானிகள் : சில உஷ்ணமானிகளில் பாதரசத்திற்குப் பதிலாக ஆல்காஹாலை உபயோகிக்கிருர்கள். பாதரசத்தின் உறை நிலையை விடத் தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையை அளக்க ஆல்கஹால் நிறைந்த உஷ்ணமானி உபயோகிக்கப் படுகிறது. ஏனெனில் பாதரசத்தின் உறைநிலை $-39°C$. ஆல்கஹாலின் உறைநிலை $-130°C$. ஓர் இடத்தில் நீச உஷ்ண நிலையையும், உச்ச உஷ்ண நிலையையும் கண்டறிய உபயோகிக்கப்படும் உஷ்ணமானியிலும் ஆல்கஹாலே உபயோகிக்கப் படுகிறது.

ஜுரமானி : டாக்டர்கள் உபயோகிக்கும் உஷ்ணமானியை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இதற்கு ஜுரமானி (clinical thermometer) என்று பெயர். இதன் அமைப்பை 47-ம் படத்தில் காணலாம். இது பையில் எடுத்துச் செல்வதற்கேற்ப சுமார் 4 அங்குல நீளமுடையது. இதன் தண்டினுள் காணப்படும் துவாரம் மிகவும் நுட்பமானது. ஆகையால் இதில் குறிக்கப் பட்டுள்ள ஒவ்வொரு சிறு பிரிவும் $\frac{1}{5}°$ ஆகும். ஜுரமானிக் குழாயில் நிற்கும் பாதரசத்தம்பம் மிகவும் மெல்லியதாக

இருக்கும். அதை அகலமாகத் தோன்றச் செய்வதற்கு, குழாயின் முன்புறம் ஒரு லென்ஸ் போன்ற அமைப்புடனிருக்கும்.



படம் 47. ஜுரமானி

இது மனித உடல் உஷ்ணநிலையை அளக்க உதவும் கருவி. சாதாரண மனிதனின் உடல் உஷ்ணநிலை 98·4° (பாரன்ஹைட்டு). ஒருவனின் தேக உஷ்ணநிலை 105° என்றால் அவனுக்கு ஜுரம் என்றும், அவன் உடல் நிலை மிகக் கேவலம் என்றும் கூறுகிறோம். தேக உஷ்ணநிலை 95°-க்குக் கீழே சென்றால் உடல் குளிர்ந்து விடுகிறது. மனிதனின் உஷ்ணநிலை 95°-க்கும் 105°-க்கும் உள்ளேயே இருக்குமாதலால் ஜுரமானியில் 95° முதல் 110° வரை தான் அளவுகள் காணப்படும். மனிதனின் சாதாரண உஷ்ணநிலையைக் குறிக்கும் 98·4° என்ற அளவைக் காட்டுமிடத்தில் ஒரு சிவப்புக்கோடு குறுக்கே வரையப்பட்டிருக்கும். மற்ற உஷ்ணமானியில் இல்லாத பிரத்தியேக அமைப்பு ஒன்று இக்கருவியில் காணப்படுகிறது. குமிழுக்குச் (bulb) சிறிதுமேலே குழாயின் துவாரம் நேராக இராமல் வளைவுகளுடனும் மிகக் குறுகியு மிருக்கிறது. டாக்டர், ஜுரமானியை நோயாளியின் நாக்கின்கீழ் வைத்து உடல் உஷ்ணநிலையை அறிகிறார். உஷ்ணமானியை ஒரு நிமிஷம் அந்நிலையில் வைத்திருந்து பிறகு அதை வெளியே எடுப்பார். சாதாரண உஷ்ணமானியில் குழாயினுள் ஏறிய பாதரசம் மறுபடியும் குமிழுக்குள் சென்று விடுமல்லவா? ஆனால் ஜுரமானியில் துவாரம் குறுகலாயிருப்பதனால் விரிவடைந்த பாதரசம் தானாகவே குமிழிற்குள் திரும்பிச் செல்லாது. ஆகையால் டாக்டர், நோயாளியின் உஷ்ணநிலையைச் சிரமமில்லாமல் நிதானமாய்ப் பார்க்க முடிகிறது. இக்கருவியை நன்றாக உதறினால் பாதரசம் குமிழிற்குத் திரும்பிச் சென்று விடும். உபயோகத்

திற்குப் பின் இதைக் குளிர்ந்த தண்ணீரில் கழுவி கூட்டில் வைக்கவேண்டும். ஒரு பொழுதும் வெந்நீரில் கழுவுதல் கூடாது. ஏனெனில் அவ்விதம் செய்தால் பாதரசம் அதிகமாக விரிவடைந்து உஷ்ணமானியை உடைத்துவிடும். இக்கருவி மிகக் குளிர்ச்சியான பொருள்கள், மிகச் சூடான பொருள்கள் இவற்றின் உஷ்ண நிலைகளை அளக்கப் பயன்படாது.

உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகள் (maximun and minimum temperatures) : தினசரிப் பத்திரிகைகளில் சென்னை, திருச்சி, மதுரை, பம்பாய், பூனு, கல்கத்தா என்று இம்மாதிரி யான முக்கிய நகரங்களின் உஷ்ண நிலை, மழையளவு முதலிய விவரங்கள் பிரசுரிக்கப் பட்டிருப்பதை நீங்கள் பார்த்திருக்க லாம். மேலும், உச்ச உஷ்ண நிலை, நீச உஷ்ண நிலை என்ற இரண்டு உஷ்ண நிலைகள் கொடுத்திருக்கும். இவற்றின் கருத் தென்ன ?

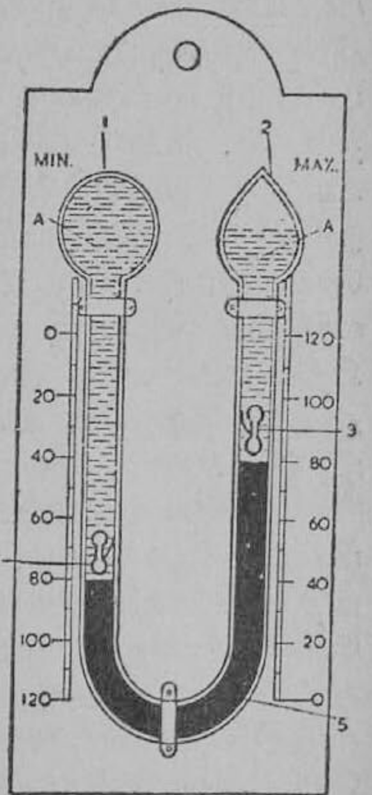
ஓரிடத்தின் உஷ்ண நிலை என்ருல், அந்த இடத்தில் உள்ள காற்றின் உஷ்ண நிலையாகும். இதைக் கண்டுபிடிக்க, சுவரில் மாட்டப்பட்டுள்ள ஆல்கஹால் உஷ்ணமானிகள் பெரும்பாலும் பயன்படும்.

காற்றின் உஷ்ணநிலை ஓரிடத்தில் ஒரு நாள் முழுவதும் ஒரே அளவாக இராது. சூரிய உதயம் முதல் காற்றின் உஷ்ண நிலை சிறிது சிறிதாக உயரத் தொடங்கி, பிற்பகல் சுமார் 2 முதல் 3 மணிக்குள் மிக உயர்ந்த உஷ்ண நிலையை அடையும். இதற் குத்தான் **உச்ச உஷ்ணநிலை** (maximum temperature) என்று பெயர். பிறகு சூரியன் மேற்றிசையில் சாயச் சாய, உஷ்ண நிலை குறைந்து கொண்டே செல்லும். இரவில் பூமி குளிர்ந்து கொண்டே போவதால் அதை அடுத்த காற்றின் உஷ்ண நிலையும் குறைந்து கொண்டே போகும். பின்னிரவில் சுமார் 4 மணிக்கு உஷ்ண நிலை மிகக் குறைவாயிருக்கும். இதுவே அந்த இடத்தின் அன்றைய **நீச உஷ்ணநிலை** (minimum temperature).

ஒரு சாதாரண உஷ்ணமானியைக் கொண்டு, இந்த உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகளைக் கண்டுபிடிப்பது எளிதன்று. ஒருவர்

அந்த உஷ்ணமானியின் முன் அமர்ந்துகொண்டு, கவனித்து உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இது இயலாதாகையால், உஷ்ண மானியே இவற்றைத் தன்னில் குறித்துக் கொள்ளக்கூடிய அமைப்பு இருப்பது அவசியம். இத்தகைய உஷ்ண மானிக்குத்தான் **உச்ச நீச உஷ்ண மானி** என்று பெயர்.

ஸிக்ஸ் உச்ச நீச உஷ்ணமானி (Six's maximum and minimum thermometer) : இந்த உஷ்ணமானியின் அமைப்பைப் படத்தில் பார். இதன் ஒரு குமிழில் ஆல்கஹால் பூர்த்தியாக நிரம்பியுள்ளது. மற்றொன்றில் அரைகுறையாக ஆல்கஹால் உள்ளது. பூர்த்தியாக ஆல்கஹால் உள்ளதுதான் உஷ்ணமானியின் உண்மையான குமிழ். ப-வடிவப் பகுதியில் பாதரசம் இருக்கிறது. பாதரசத்திற்கு மேல் ஒவ்வொரு புயத்திலும் எஃகிலால் அமைந்த **காட்டி** (index) ஒன்று இருக்கிறது. இதன் பக்கத்தில் ஒரு வில் (spring) இருப்பதால், இது உஷ்ணமானிக் குழாயின் சுவரை உதைத்துக் கொண்டு நழுவிக் கீழே இறங்காமல் நிற்கக் கூடியது.



படம் 48. ஸிக்ஸ் உச்ச நீச உஷ்ணமானி.

1. பூர்த்தியாக ஆல்கஹால் நிரம்பிய குமிழ், 2. ஆல்கஹால் பாதி நிரம்பிய குமிழ், 3, 4. காட்டிகள், 5. பாதரசம்.

A-ஆல்கஹால்
Min-நீச புயம்
Max-உச்ச புயம்

உஷ்ணமானியின் இரு புயங்களிலும் உஷ்ணநிலை அளவுக் கோடுகள் 0°F முதல் 120°F வரை குறிக்கப்பட்டுள்ளன. குமிழுடன் இணைந்துள்ள புயத்தின் அளவுக் கோடுகளுக்கு அருகே **நீசம்** என்றும், மற்றொரு புயத்தில் **உச்சம்** என்றும் எழுதப்பட்டுள்ளது.

ஓரிடத்தில் ஒரு நாள் காலையிலிருந்து காற்றின் உஷ்ண நிலை உயரும்பொழுது, குமிழிலுள்ள ஆல்கஹால் பெருக்கமடைந்து பாதரசத் தம்பத்தை உச்ச புயத்திற்குத் தள்ளும். இதனால், அந்தப் புயத்தில் பாதரச மட்டம் மேலே ஏறும். அந்தப் பக்கத்திலுள்ள எஃகுக் காட்டியும் பாதரசத்தால் மேலே உயர்த்தப்படும். உச்ச உஷ்ண நிலை அடையும்பொழுது காட்டி மிக உயர்ந்த நிலையிலிருக்கும். பிறகு காற்றின் உஷ்ண நிலை குறையும்பொழுது குமிழில் உள்ள ஆல்கஹால் சுருங்கும். அப்பொழுது பாதரசத் தம்பம் உச்ச புயத்தில் இறங்கி நீச புயத்தில் உயரும். இப்பொழுது உச்ச புயத்திலுள்ள காட்டி, கீழே இறங்காமல் அந்த இடத்திலேயே நின்று விடுகிறது. அதனுடைய கீழ்முனை, உச்ச உஷ்ண நிலையைக் காட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

இரவில் காற்றின் உஷ்ண நிலை குறையக் குறைய ஆல்கஹால் மிகவும் சுருங்குகிறது. பாதரசம் நீச புயத்தில் ஏறுகிறது; அத்தப் பக்கத்திலுள்ள காட்டியும் பாதரசத்தால் தள்ளப்பட்டு மேலே ஏறுகிறது. நீச உஷ்ண நிலையை அடையும்பொழுது, காட்டி அதிக உயரத்திற்கு ஏறி நிற்கும். பிறகு மறுபடியும் காற்றின் உஷ்ண நிலை ஏறத் தொடங்குகிறது; ஆல்கஹால் பெருக்கமடைந்து, பாதரசத்தை நீசபுயத்தில் அழுத்தி உச்ச புயத்தில் ஏறச் செய்கிறது. நீச புயத்தில் உள்ள காட்டி, தான் அடைந்த இடத்திலேயே நின்று விடுகிறது. அதன் கீழ்முனை நீச உஷ்ண நிலையைக் காட்டுகிறது.

வானிலை ஆராய்ச்சி நிலையங்களில் சாதாரணமாக காலை 8-30-க்கு முதல்நாளைய உச்ச நீச உஷ்ண நிலைகளை அளப்பார்கள். இவற்றைக் குறித்துக் கொண்ட பிறகு, ஒரு காந்தத்தினால், எஃகுக் காட்டிகளைக் கீழே இழுத்து, பாதரச மட்டங்களைத் தொடுமாறு செய்து விடவேண்டும். இப்படிச் செய்வதால், அன்றைய உச்ச நீச உஷ்ண நிலைகளைக் காட்டுவதற்கு அவை தயாராகி விடுகின்றன.

கேள்விகள்

1. வெப்பம் வேறு, உஷ்ணநிலை வேறு, என்பதை ஓர் உதாரணத்தால் விளக்கிக் கூறுக.

2. ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்கு வெப்பம் செல்வது எதைப் பொறுத்துள்ளது ?

3. நமது தொடுபுலன் உஷ்ணநிலையைச் சரியாகக் காட்டாது என்பதற்கு உதாரணம் கூறுக.

4. உஷ்ணமானிகளை அமைப்பது எந்த உண்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும் ?

5. ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழைப் பாதரசத்தால் நிரப்புவதெப்படி ?

6. இரு திட்டவரைகள் யாவை ? அவற்றை உஷ்ணமானியில் குறிப்பது எப்படி ?

7. சதாம்ச, பாரன்ஹைட்டு அளவைகளின் சம்பந்தம் யாது ?

8. 65°C, 140°F இவற்றைப் பிற அளவுகளுக்கு மாற்றுக.

9. சாதாரணமாக, உஷ்ணமானியில் பயன்படும் திரவங்கள் யாவை? அவற்றை உபயோகிப்பது ஏன் ?

10. ஜுரமானியின் அமைப்பை விளக்க ஒரு படம் வரைக.

11. ஜுரமானியின் விசேஷ அம்சங்கள் என்ன ?

12. உச்ச, நீச உஷ்ணநிலைகள் என்றால் என்ன ?

13. ஓர் உச்சநீச உஷ்ணமானியின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் குறி.

14. உச்சநீச உஷ்ணமானியில், உச்ச உஷ்ணநிலையையும் நீச உஷ்ணநிலையையும் எப்படிக் கண்டுபிடிக்கிறார்கள் ?

செய்முறைப் பயிற்சி

சதாம்ச, பாரன்ஹைட்டு அளவுகளை ஒரே உஷ்ணமானியின் இரு பக்கங்களிலும் குறித்து ஒரு பெரிய படம் வரை.

10. வெப்பத்தை அளத்தல்

(வெப்ப அளவு—கலோரி, வெப்பு ஏற்புத் திறன். வெப்ப எண்.)

வெப்பத்தின் இயல்பு : வெப்பத்திற்கும் உஷ்ணநிலைக்குமுள்ள வித்தியாசத்தை மறுபடியும் நினைத்துப் பாருங்கள். ஒரு பொருள் வெப்பத்தை ஏற்கும்பொழுது அதன் உஷ்ணநிலை உயருகிறது. பொருளிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறினால், அதன் உஷ்ணநிலை தாழ்கிறது. ஆகவே, வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளின் உஷ்ணநிலை உயர்வுக்கும் தாழ்வுக்கும் காரணமான ஒரு சக்தி.

ஒரே அளவு வெப்பத்தை இரு வேறு பொருள்களுக்குக் கொடுத்தால் அவற்றின் உஷ்ணநிலை உயர்வுகள் பெரும்பாலும் வெவ்வேறாயிருக்கும். இதை நிரூபிக்க ஓர் எளிய பரிசோதனை செய்யலாம்.

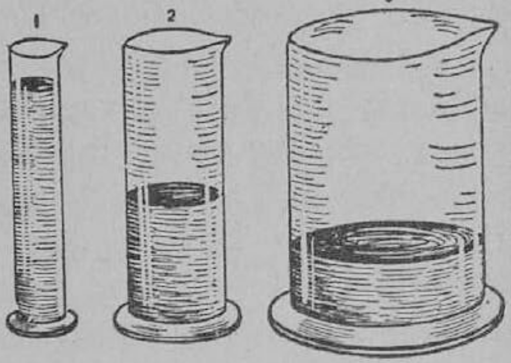
பரிசோதனை : ஒரு முகவையில் 50 கிராம் தண்ணீரை ஊற்று. அதை ஒரு தாங்கியின் மேலுள்ள கம்பி வலைமீது வைத்து அதன் உஷ்ணநிலையைக் குறித்துக் கொள். ஒரே சீராக எரியக்கூடிய ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையினால் 2 நிமிஷ நேரம் இந்த நீரை உஷ்ணப்படுத்து. சரியாக 2 நிமிஷம் ஆனவுடன் விளக்கை எடுத்துவிட்டு, உஷ்ணமானியினால் நீரின் உஷ்ணநிலையைக் கண்டுபிடி.

பிறகு நீரைக் கொட்டிவிட்டு, முகவையைத் துடைத்து உலர்த்து. அதில் 50 கிராம் எடையுள்ள கெரசினை ஊற்று. இந்தத் திரவத்தின் உஷ்ணநிலையைக் கண்டுபிடி. ஸ்பிரிட்டு விளக்கினால் 2 நிமிஷ நேரம் கெரசினையும் உஷ்ணப்படுத்து. உஷ்ணநிலை உயர்வைக் கண்டுபிடி.

2 நிமிஷ நேரத்திற்குள் ஸ்பிரிட்டு விளக்கு நீருக்கும் கெரசினுக்கும் சுமாராகச் சம அளவு வெப்பம் கொடுத்திருக்குமென்று வைத்துக் கொள்ளலாம். இந்த வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு, 50 கிராம் நீரும் 50 கிராம் கெரசினும் வெவ்வேறு அளவு உஷ்ணநிலையில் உயர்ந்திருக்கின்றன. 50 கிராம்

கெரசினுடைய உஷ்ணநிலை உயர்வு அதிகமாகவும், 50 கிராம் நீரின் உஷ்ண நிலை உயர்வு குறைவாகவும் இருக்கக் காணலாம்.

உஷ்ண நிலையும் நீர் மட்டமும் : வெப்பத்தை, ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் கன அளவுக்கும், உஷ்ண நிலையை, அந்த நீரின் மட்டத்திற்கும் உவமையாகக் கூறலாம். படத்திலுள்ள மூன்று ஜாடிகள் வெவ்வேறு குறுக்குப் பரப்பு உள்ளவை. அவற்றில் ஒரே அளவு நீர் ஊற்றப்பட்டால், ஒடுங்கிய ஜாடியிலுள்ள நீர் மட்டம் உயர்வாகவும், அகன்ற ஜாடியிலுள்ள நீர் மட்டம் தாழ்வாகவும் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இதைப் போலவே சமஅளவு வெப்பத்தை இரு வேறு பொருள்களுக்குக் கொடுத்தால் பெரும்பாலும் அவற்றின் உஷ்ணநிலை சமமாயிருப்பதில்லை.



படம் 49. நீரின் உயரமும் பாத்திரத்தின் குறுக்குப் பரப்பும்
1, 2, 3-வெவ்வேறு குறுக்குப் பரப்பு உள்ள ஜாடிகள்

மேலும், உயர்ந்த நீர்மட்டம் உள்ள பாத்திரத்தையும் தாழ்ந்த நீர்மட்டமுள்ள பாத்திரத்தையும் ஒரு குழாய் மூலம் இணைத்தால், உயர்மட்டமுள்ள பாத்திரத்திலிருந்து தாழ்மட்டமுள்ள பாத்திரத்திற்கு நீர் பாயும்; இரு மட்டங்களும் சமமாகும் வரை நீர் பாயும். இது போலவே, இரு பொருள்களை இணைத்து வைத்தால், உயர் உஷ்ணநிலையுள்ள பொருளிலிருந்து தாழ் உஷ்ண நிலையுள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் செல்லும்.

வெப்பத்தின் அலகு : நீளம், எடை முதலியவற்றை அளப்பதற்கு அலகுகள் இருப்பதைப் போல, வெப்பத்தை அளப்பதற்கு ஓர் அலகு (unit) நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கிறது. விஞ்ஞானிகள் வெப்ப பரிசோதனைகளில் உபயோகிக்கும் வெப்ப அலகு **கலோரி** (calorie) எனப்படும். ஒரு கிராம் நீரின்

உஷ்ண நிலையை 1°C உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பமே ஒரு கலோரி ஆகும். இது பிரஞ்சு முறை அளவைச் சேர்ந்தது. [கலோரியைக் காட்டிலும் பெரிய அலகு தேவையாயிருக்கும் சில சந்தர்ப்பங்களில் 1000 கலோரியை அலகாகக் கொள்வதுண்டு. இதற்குப் பெரிய கலோரி என்று பெயர்.]

1 கிராம் நீர் 1°C உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் 1 கலோரி; ஆகவே 1 கிராம் நீர் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C குறைந்தால், அது 1 கலோரி வெப்பத்தை வெளிவிடும்.

வெப்ப ஏற்புத் திறன் (Heat capacity): முன் செய்த பரிசோதனையில் 50 கிராம் நீரும், 50 கிராம் கெரசினும் சம அளவு வெப்பத்தைப் பெற்றுக் கொண்டு வெவ்வேறு அளவு உஷ்ண நிலை உயர்வை அடைந்ததைப் பார்த்தோம். ஆகவே இவற்றை 1°C உஷ்ண நிலை உயர்வு ஏற்படும்படி செய்ய, வெவ்வேறு அளவு வெப்பம் தேவையாயிருக்குமென்பது தெளிவு.

வரையறை: ஒரு பொருளின் உஷ்ண நிலையை 1°C உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் அப்பொருளின் வெப்பு ஏற்புத் திறன் எனப்படும்.

சம எடையுள்ள ஒரு பொருள், நீர் ஆகியவற்றின் வெப்பு ஏற்புத் திறன்களின் விகிதம் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஏனெனில் ஒரு பொருள் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயர்வதற்கு, சம எடையுள்ள நீரைப்போல் எவ்வளவு மடங்கு வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளும் என்பதை இந்த விகிதம் குறிக்கும். ஆகவே இந்த விகிதத்திற்கு அப்பொருளின் **வெப்ப எண்** அல்லது **சுயவெப்பம்** (specific heat) என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.

வெப்ப எண்ணுக்கு மற்றொரு விதமாகவும் பொருள் கூறலாம். 1 கிராம் நீர் 1°C உயர்வதற்கு 1 கலோரி வெப்பம் தேவையாகையால், 1 கிராம் பொருள் 1°C உயர்வதற்கு, அதன் வெப்ப எண் குறிக்கும் கலோரி வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளும்.

வெப்ப எண்ணின் வரையறை: ஒரு கிராம் பொருள் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பமே அதன் வெப்ப எண் எனப்படும்.

இந்த வரையறைப்படி நீரின் வெப்பஎண் = 1. பிறபொருள் களின் வெப்ப எண்கள் இதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஏனெனில், சம எடையுள்ள நீரையும் பிற பொருள்களையும் ஒப்பிட்டால், நீரின் வெப்பு ஏற்புத் திறனே அதிகமாயிருப் பதைப் பரிசோதனைகளிலிருந்து அறியலாம்.

ஒரு பொருள் எடுத்துக் கொள்ளும் அல்லது வெளிவிடும் **வெப்பத்தைக் கணக்கிடும் முறை:** குறிப்பிட்ட எடையுள்ள ஒரு பொருள் உஷ்ண நிலையில் உயரும்பொழுது எவ்வளவு வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளும்? இதைக் கணக்கிடுவதற்கு, பொருளின் எடை m கிராம் என்றும், அதன் வெப்ப எண் s என்றும், அது $t°C$ உஷ்ண நிலை உயர்வு பெறுகிறது என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். வெப்ப எண்ணின் வரையறைப்படி,

1 கிராம் பொருள் $1°C$ உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் $= s$ கலோரி

m ,, ,, $1°C$ உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் $= ms$,,

m ,, ,, $t°C$,, ,, $= mst$,,

இதை Q என்று கொண்டால்,

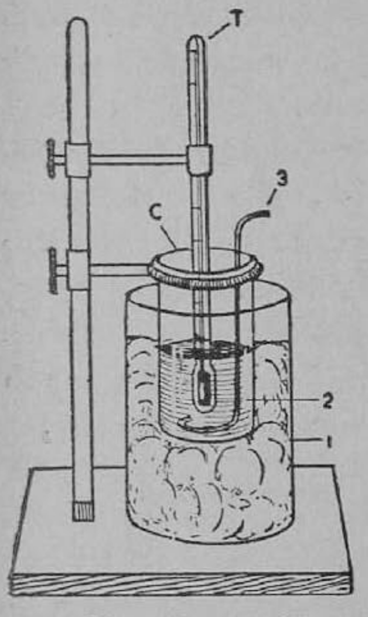
$$Q = mst.$$

நீரின் வெப்ப எண் = 1. ஆகையால் m கிராம் நீர் $t°C$ உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் $= mt$ கலோரி.

பொருளின் உஷ்ண நிலை $t°C$ குறைந்தால், அப்பொழுது mst கலோரி வெப்பம் வெளிவிடப்படும்.

கலோரி மீட்டர்: வெப்பத்தை அளக்கும் பரிசோதனை களில் கலோரி மீட்டர் (calorimeter) என்ற ஓர் உபகரணம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது ஒரு சிறிய தாமிரப்பாத்திரம். இது மற்றொரு பெரிய பாத்திரத்தில் தக்கைமீது வைக்கப்பட் டிருக்கும். இரண்டுக்கும் இடையே பஞ்சு நிறைந்திருக்கும். தக்கையும் பஞ்சும் வெப்பம் கடத்தாப் பொருள்கள். ஆகையால், கலோரி மீட்டரிலிருந்து வெப்பம் எளிதில் வெளியேருமல் தடுக் கப்படுகிறது. தாமிரக் கலோரி மீட்டரில் தண்ணீரையோ, வேருெரு பொருளையோ வைத்து, அதன் உஷ்ண நிலையைக்

கண்டுபிடிக்க ஓர் உஷ்ணமானியும் அதில் நிறுத்தப்படும். சூடான பொருள் கலோரி மீட்டருக்குள் போடப்படும். சூடான பொருளையும் குளிர்ந்த பொருளையும் கலக்குவதற்கு ஒரு கலக்கியும் (stirrer) இருக்கும். இந்த உபகரணத்தைக் கொண்டு, பொருள்களின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.



படம் 50. கலோரி மீட்டர்.
1. வெளிப்பாத்திரம்
2. கலோரி மீட்டரில் நீர்
3. கலக்கி
C-கலோரி மீட்டர்
T-உஷ்ணமானி

கலவை முறை : உஷ்ண நிலையில் உயர்ந்த ஒரு பொருளையும், உஷ்ண நிலையில் தாழ்ந்த ஒரு பொருளையும் கலோரி மீட்டரில் கலக்கும் பொழுது, சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ச்சியான பொருளுக்கு வெப்பம் பாயும். ஆகவே சூடான பொருளின் உஷ்ண நிலை தாழ்ந்து, குளிர்ந்த பொருளின் உஷ்ணநிலை உயரும். இரு பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளும் சமமாகும் வரை இந்த வெப்பப் பரிமாற்றம் நிகழும். சூடான பொருளின் வெப்ப நஷ்டமானது குளிர்ந்த பொருளின் வெப்பலாபத்திற்குச் சமமாயிருக்கும். இந்தச் சாம்யத்தை உபயோகித்து, ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இரு பொருள்களைக் கலப்பதால், இந்த முறைக்குக் **கலவை முறை** (method of mixtures) என்று பெயர்.

[இருபொருள்களும் கலந்து சமஉஷ்ண நிலை அடைவதற்குச் சிறிது நேரமாகும்; அக்காலத்திற்குள், சூடான பொருளிலிருந்து சிறிது வெப்பம், சூழ்நிலையிலுள்ள காற்றுக்கும் வெளிப் பாத்திரத்திற்கும் போய்விடலாம். இதைக் குறைப்பதற்கே, கலோரி மீட்டரைச் சூழ்ந்து தக்கை, பஞ்சு போன்ற கடத்தாப் பொருள்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன.]

கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடை : கலவை முறையில்

கலோரி மீட்டரும் சிறிது வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு உஷ்ண நிலையில் உயரும். ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் பரிசோதனையில், கலோரி மீட்டர் எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்தையும் கணக்கிடுவது அவசியம். இதற்காக, கலோரி மீட்டரின் வெப்பு ஏற்புத் திறனை முன்கூட்டியே கண்டுபிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதைப் பரிசோதனை மூலமாகக் கண்டுபிடிக்கலாம்; அல்லது கலோரி மீட்டரின் எடையும் வெப்ப எண்ணும் தெரிந்திருந்தால் கணக்கிட்டும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

உதாரணமாக, ஒரு கலோரி மீட்டர் தாமிரத்தால் ஆகியுள்ளதென்றும், அதன் எடை 50 கிராம் என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். தாமிரத்தின் வெப்ப எண் 0·094. வரையறைப்படி, கலோரி மீட்டர் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம்தான் அதனுடைய வெப்பு ஏற்புத் திறன் ஆகும். 50 கிராம் தாமிரம் 1°C உயர்வதற்குத் தேவையான வெப்பம் $= 50 \times \cdot 094 \times 1$ கலோரி.

$= 4\cdot 7$ கலோரி.

இதன் கருத்து என்ன? 4·7 கலோரி வெப்பத்தைக் ஏற்றுக் கொண்டு, கலோரி மீட்டர் தன் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயரும் என்பதுதான்.

இப்பொழுது, 1 கலோரி வெப்பம் கொடுத்தால் 1 கிராம் நீர் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயரும். ஆகவே, 4·7 கலோரி வெப்பம் கொடுத்தால் 4·7 கிராம் நீர் உஷ்ண நிலையில் 1°C உயரும்.

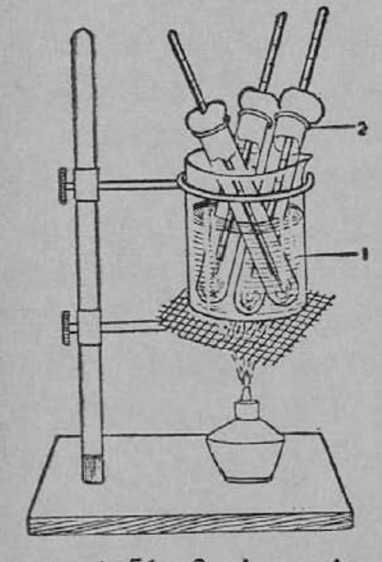
ஆகையால் 4·7 கிராம் நீரும் நமது கலோரி மீட்டரும் சமமான வெப்பு ஏற்புத் திறன் உடையவை. இந்த எடையே **கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை** (water equivalent of calorimeter) என்று சொல்லப்படும்.

வரையறை: கலோரி மீட்டருக்குச் சமமான வெப்பு ஏற்புத் திறனுடைய நீரின் எடைக்கு, கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடை என்று பெயர்.

குறிப்பு: மேலே காட்டிய உதாரணத்தில் கலோரி மீட்டரின் வெப்பு ஏற்புத் திறன் 4·7 கலோரி; அதன் சம நீர் எடை 4·7

கிராம். ஆகவே, கலோரி மீட்டரின் வெப்பு ஏற்புத் திறனும் அதன் சம நீர் எடையும் அதே எண்ணினுல் குறிக்கப்படும்.

இரும்பு ஆணிகளின் வெப்ப எண் கண்டு பிடித்தல்—பரி சோதனை : சுமார் 30 கிராம் எடையுள்ள சிறு இரும்பு ஆணிகளை ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயில் போட்டு, அதில் ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழைப் புகுத்தி வை. சோதனைக் குழாயின் வாயைச் சிறிது பஞ்சு வைத்து அடை. ஒரு பெரிய முகவையில் சுமார் பாதியளவு நீர் எடுத்துக் கொண்டு, அதை ஒரு தாங்கியின்மீது வைத்து, ஸ்பிரிட்டு விளக்கினுல் உஷ்ணப் படுத்து. இரும்பு ஆணிகளுள்ள சோதனைக் குழாயை முகவை நீரில் வை. நீர் சூடாகும் பொழுது, இரும்பு ஆணிகளும் சூடாகும்.



படம் 51. வெப்ப எண் கண்டு பிடிக்க, பொருள் களைச் சூடாக்குதல்
1. முகவையில் சூடாகும் நீர் 2. சோதனைக் குழாய் களில் பொருள்களும் உஷ்ணமானிகளும்

தாமிரக் கலோரி மீட்டரைக் கலக்கியுடன் தராசில் நிறுத்து எடை கண்டு பிடி. அதில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கு நீர் ஊற்றி, மறுபடியும் எடை கண்டு பிடி. கலோரி மீட்டரை அதற்குரிய பெரிய பாத்திரத்தில் வைத்து, ஓர் உஷ்ணமானியை அதன் பிடியில் நிறுத்தி, நீரின் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக் கொள்.

முகவை நீர் கொதிக்கத் தொடங்கியபின் சுமார் 10 நிமிஷம் கழித்து, இரும்பு ஆணியில் புகுத்திய உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ண நிலையைப் பார். அது நிலையாக, நீரின் கொதி நிலையைக் காட்டிக் கொண்டிருக்கும். அதைக் குறித்துக் கொள். இரும்பு ஆணியிலிருந்து உஷ்ணமானியை எடுத்துவிடு. சோதனைக் குழாயை ஒரு பிடியால் பற்றிக் கொண்டு, அதைச் சட்டென எடுத்துச் சாய்த்து, இரும்பு ஆணிகளைக் கலோரி மீட்டரிலுள்ள

நீரில் கொட்டு. கலக்கியால், ஆணிகளையும் நீரையும் சேர்த்துக் கலக்கிக் கொண்டே, கலோரி மீட்டரிலுள்ள உஷ்ணமானியைக் கவனி. அதில் உஷ்ணநிலை மேலேறிக் கொண்டிருப்பதைப் பார். சிறிது நேரத்தில், அந்த உஷ்ணமானியில் பாதரசம் மேலேறுவது நின்றுவிடும்; பிறகு இறங்கத் தொடங்கும். அது காட்டிய மிக உயர்ந்த உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு அந்த உஷ்ணமானியை வெளியே எடு.

கலோரி மீட்டரைக் கலக்கியுடனும் அதிலுள்ள நீர், இரும்பு ஆணிகளுடனும் எடை கண்டுபிடி. இந்த அளவீடுகளைப் பின் வருமாறு எழுதி, இரும்பின் வெப்ப நஷ்டத்தையும், கலோரி மீட்டர், நீர் ஆகியவற்றின் வெப்ப லாபத்தையும் கணக்கிடு. வெப்ப நஷ்டம் = வெப்ப லாபம் என்ற சாம்யத்தை உபயோகித்து இரும்பின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு.

அளவீடுகள்

கலோரி மீட்டரின் எடை	$= a$ கிராம்
கலோரி மீட்டரும் நீரும் சேர்ந்த எடை	$= b$,,
நீரின் உஷ்ண நிலை	$= t_1 C^\circ$,,
சூடான இரும்பு ஆணிகளின் உஷ்ண நிலை	$= t_2 C^\circ$,,
கலவையின் உஷ்ண நிலை	$= t_3 C^\circ$,,
கலோரி மீட்டரும் கலவையும் சேர்ந்த எடை	$= c$,,
கலோரி மீட்டரின் (தாமிரம்) வெப்ப எண்	$= 0{\cdot}094$
இரும்பின் வெப்ப எண்	$= s$.

கணக்கிடுதல் :—

1. **இரும்பின் வெப்ப நஷ்டம் :**

இரும்பின் எடை	$= (c-b)$ கிராம்
இரும்பின் உஷ்ண நிலை வீழ்ச்சி	$= (t_2-t_3)^\circ c$
இரும்பின் வெப்ப எண்	$= s$.

($Q = mst$, ஆகையால்),

இரும்பின் வெப்ப நஷ்டம் $= (c-b)\,(t_2-t_3)s$ கலோரி

2. நீரின் வெப்ப லாபம் :

நீரின் எடை	$= (b-a)$ கிராம்
நீரின் உஷ்ண நிலை உயர்வு	$= (t_3-t_1)°C$
நீரின் வெப்ப எண்	$= 1$
∴ நீரின் வெப்ப லாபம்	$= (b-a)\ (t_3-t_1)$ கலோரி

3. கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் :

கலோரி மீட்டரின் எடை	$= a$ கிராம்
கலோரி மீட்டரின் உஷ்ண நிலை உயர்வு	$= (t_3-t_1)°C$
கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண்	$= 0{\cdot}094$
∴ கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம்	$= a\ (t_3-t_1) \times {\cdot}094$ கலோரி

(இரும்பின்) வெப்ப நஷ்டம் = (நீர் + கலோரி மீட்டரின்) வெப்ப லாபம்.

$$\therefore (c-b)\ (t_2-t_3)s = (b-a)\ (t_3-t_1) + a\ (t_3-t_1) \times {\cdot}094$$

இதில் 's' தவிர மற்றவை எல்லாம் பரிசோதனையில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட அளவீடுகளே. ஆகையால் 's'-ன் மதிப்பை இந்தச் சாம்யத்திலிருந்து கணக்கிடலாம்.

[கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடையை முன்கூட்டியே கண்டு பிடித்திருந்தால், அதை, கலோரி மீட்டரிலுள்ள நீரின் எடையுடன் கூட்டியும் கணக்கிடலாம்.]

இதே முறையில், இரும்புக்குப் பதிலாக, பிற திடப் பொருள்களைச் சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு உஷ்ணப் படுத்தி, கலோரி மீட்டரிலுள்ள நீருடன் சேர்த்துக் கலக்கி, அவற்றின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க, திரவத்தைக் கலோரி மீட்டரில் எடுத்துக் கொண்டு, தெரிந்த வெப்ப எண்ணுடைய ஒரு திடப்பொருளை உஷ்ணப்படுத்தி, திரவத்துடன் கலந்து, திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

உதாரணக் கணக்கு 1: ஒரு முகவையிலுள்ள 80 கிராம் நீரின் உஷ்ண நிலை 30°C. அதனுடன் 100°C உஷ்ண நிலையிலுள்ள 20 கிராம் நீர் கலக்கப்படுகிறது. முகவை வெப்பம்

ஏதும் எடுத்துக்கொள்ளவில்லை என்று வைத்துக் கொண்டு, கலவை நீரின் உஷ்ணநிலையைக் கணக்கிடு.

கலவை நீரின் உஷ்ணநிலை $= x°C$.

குளிர் நீரின் வெப்ப லாபம்:

குளிர் நீரின் எடை $= 80$ கிராம்.

குளிர் நீரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு $= (x-30)°C$

∴ குளிர் நீரின் வெப்ப லாபம் $= 80\,(x-30)$ கலோரி.

சூடான நீரின் வெப்ப நஷ்டம்:

சூடான நீரின் எடை $= 20$ கிராம்.

சூடான நீரின் உஷ்ணநிலை வீழ்ச்சி $= (100-x)°C$.

∴ சூடான நீரின் வெப்ப நஷ்டம் $= 20(100-x)$ கலோரி.

$$\therefore\ 80(x-30) = 20\,(100-x)$$
$$\therefore\ 80x-2400 = 2000-20x$$
$$\therefore\ 100x = 4400$$
$$x = 44$$

கலவையின் உஷ்ணநிலை **44°C**.

உதாரணக் கணக்கு 2: ஒரு தாமிர கலோரி மீட்டரின் எடை 100 கிராம். அதில் 40 கிராம் நீர் எடுத்துக் கொள்ளப் பட்டது. அதன் உஷ்ணநிலை 25°C. 200 கிராம் எடையுள்ள காரீய ரவைகளை 100°C உஷ்ணநிலைக்குச் சூடாக்கி, கலோரி மீட்டர் நீரில் போட்டுக் கலக்கியபொழுது கலவையின் உஷ்ண நிலை 34°C ஆக இருந்தது. தாமிரத்தின் வெப்ப எண் 0·1 என்று வைத்துக் கொண்டு, காரீயத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு.

காரீயத்தின் வெப்ப எண் $= x$ ஆக இருக்கட்டும்.

1. காரீயத்தின் வெப்ப நஷ்டம் :

காரீயத்தின் எடை $= 200$ கிராம்.

காரீயத்தின் உஷ்ணநிலை வீழ்ச்சி $= (100-34)°C$

$= 66°C.$

∴ காரீயத்தின் வெப்ப நஷ்டம் $= 200 \times 66 \times x$ கலோரி.

2. நீரின் வெப்ப லாபம் :

நீரின் எடை $= 40$ கிராம்.

நீரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு $= (34-25)°C.$

$= 9°C.$

∴ நீரின் வெப்ப லாபம் $= 40 \times 9$ கலோரி.

$= 360$ கலோரி.

3. கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் :

கலோரி மீட்டரின் எடை $= 100$ கிராம்.

கலோரி மீட்டரின் உஷ்ணநிலை உயர்வு $= 9°C.$

கலோரி மீட்டரின் வெப்ப எண் $= \cdot 1$

∴ கலோரி மீட்டரின் வெப்ப லாபம் $= 100 \times 9 \times \cdot 1.$

$= 90$ கலோரி.

வெப்ப நஷ்டம் = வெப்ப லாபம்.

$\therefore 200 \times 66 \times x = 360 + 90.$

$= 450.$

$$\therefore \quad x = \frac{450}{200 \times 66} = \cdot 034$$

ஆகவே காரீயத்தின் வெப்ப எண் $= 0 \cdot 034.$

கேள்விகள்

1. வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்பு ஏற்புத் திறன் உடையவை என்பதைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனை விவரி.

2. வெப்பத்தின் அலகு என்ன?

3. ஒரு பொருளின் வெப்பு ஏற்புத் திறன் என்றால் என்ன?

4. வெப்ப எண்ணின் வரையறை கூறுக.

5. ஒரு பொருள் உஷ்ணநிலையில் உயரும் பொழுது எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடும் வாய்பாடு என்ன?

6. வெப்ப எண் கண்டுபிடிப்பதில் கலவை முறையின் தத்துவம் என்ன?

7. கலோரி மீட்டரிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறுமலிருக்க என்ன ஏற்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளது?

8. கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை என்றால் என்ன?

9. ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க என்ன என்ன அளவீடுகளைக் குறிக்கவேண்டும்?

10. ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

11. ஒரு தொட்டியில் உள்ள 50 லிட்டர் நீரின் உஷ்ணநிலை 30°C. அதனுடன் எத்தனை லிட்டர் கொதிநீரை ஊற்றினால் கலவையின் உஷ்ணநிலை 50°C ஆகும்?

12. ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை 80 கிராம். அதன் வெப்ப எண் 0·095. கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை என்ன?

13. ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை 50 கிராம். அதன் வெப்ப எண் 0·1. அதில் 40 கிராம் நீர் இருக்கிறது. இந்த நீரின் உஷ்ணநிலை 25°C. 60 கி. இரும்பு ஆணிகளை 100° C-க்கு உஷ்ணப்படுத்தி, கலோரி மீட்டர் நீரில் போட்டால் கலவையின் உஷ்ணநிலை என்ன? (இரும்பின் வெப்ப எண் 0·11.)

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. இரும்பு ஆணிகள், காரீய ரவைகள் இவற்றின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடி.

2. ஆல்கஹால், கெரசின் போன்ற ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடி.

11. பொருள்களின் நிலைமாற்றம்

(வெப்பத்தினுல் நிலைமாற்றம். திடப்பொருள்களின் உருகுநிலை.)

நிலைமாற்றம் : கல், மரக்கட்டை, இரும்பு, காரீயம், மண் முதலிய பொருள்களைத் திடப்பொருள்கள் என்றும், நீர், எண்ணெய்கள், ஆல்கஹால் போன்றவற்றைத் திரவப்பொருள்கள் என்றும், காற்று, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, ஆக்ஸிஜன், நீராவி போன்றவற்றை வாயுப் பொருள்கள் என்றும் சொல்கிறோம். ஆகவே, ஒவ்வொரு பொருளும் இந்த மூவித நிலையில் ஏதோ ஒரு நிலையில் இருக்கிறது.

ஒரு பொருள் தகுந்த உஷ்ணநிலையில் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறலாம். உதாரணமாகப் பனிக்கட்டியை எடுத்துக் கொள்வோம். இது 0°C உஷ்ணநிலையில் உருகி நீராகிறது; அதாவது திடநிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறுகிறது. இதற்கு உருகுதல் (melting) என்று பெயர். நீருக்கு வெப்பம் கொடுத்துக் கொண்டே வந்தால் அது உஷ்ணநிலையில் உயர்ந்து 100°C வந்தவுடன் கொதித்து நீராவியாகிறது. இதற்குக் கொதித்தல் (boiling) என்று பெயர்.

நீராவியைக் குளிரச் செய்தால், அது மறுபடியும் நீராகிறது. இதற்கு ஆவி சுருங்குதல் (condensation) என்று பெயர். நீரைக் குளிரச் செய்தால், அது 0°C-க்கு வந்ததும் உறைந்து பனிக்கட்டியாகிறது. இந்த மாறுதலுக்கு உறைதல் (freezing) என்று பெயர்.

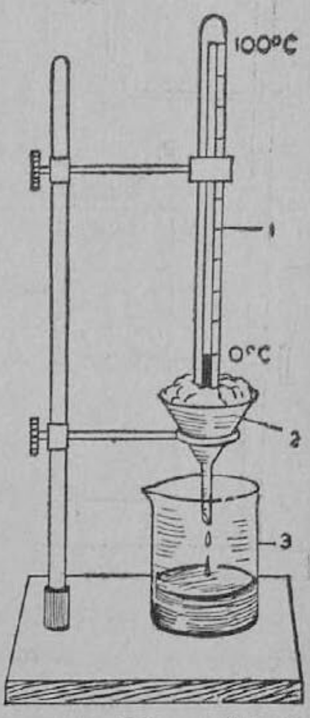
உருகுதல், கொதித்தல், சுருங்குதல், உறைதல் ஆகிய நான்குவித மாறுதல்களுக்கும் **நிலைமாற்றம்** (change of state) என்று பெயர். பனிக்கட்டி, நீர், நீராவி என்ற உதாரணத்திலிருந்து, ஒரே பொருள் அதன் உஷ்ணநிலைக்குத் தகுந்தபடி மூவித நிலைகளிலும் இருக்கக்கூடுமென்று அறியலாம்.

அயொடின் முதலிய சில திடப்பொருள்கள் சூடாக்கப் பட்டால், திரவமாகாமல் நேரடியாக ஆவியாகின்றன. இந்த ஆவிகளைக் குளிரச் செய்தால், அவை திரவமாகாமல் திடப்

பொருள்களாகி விடும். இந்த வகையான நிலைமாற்றத்திற்குப் பதங்கமாதல் (sublimation) என்று பெயர்.

உருகுநிலை : ஒரு திடப் பொருள் உருகும்பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலையில்தான் நிலைமாற்றம் ஏற்படுகிறது. இந்த உஷ்ணநிலைக்கு உருகுநிலை (melting point) என்று பெயர். எடுத்துக் கொண்ட திடப்பொருள் முழுவதும் உருகித் திரவப் பொருளாகும்வரை அதன் உஷ்ணநிலை உயராது; மேலும், ஓரளவு வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டுதான் திடப் பொருள் திரவமாகிறது. இந்த வெப்பத்தினால் பொருளின் உஷ்ணநிலையில் உயர்வு ஏற்படாது. இந்த வெப்பம் திரவத்தில் மறைந்திருக்கும். ஆகவே, இந்த வெப்பத்திற்கு உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat) என்று பெயர்.

திரவத்தைக் குளிரச் செய்தால், அது குறிப்பட்ட உஷ்ண நிலை வந்ததும் உறைந்து திடப்பொருளாகிறது. இந்த உஷ்ண நிலைக்கு உறைநிலை (freezing point) என்று பெயர். ஒரே பொருளுக்கு உருகுநிலையும் உறைநிலையும் அதே உஷ்ண நிலையாகத்தானிருக்கும். உதாரணமாக, நீரின் உறைநிலையும் பனிக் கட்டியின் உருகுநிலையும் 0°C. திரவம் உறையும் பொழுது அது உள்ளுறை வெப்பத்தை வெளிவிடும்.

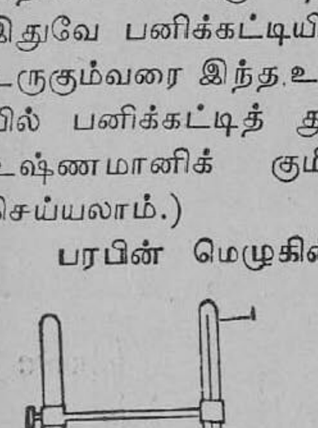


படம் 52. பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை கண்டு பிடித்தல். 1. உஷ்ணமானி 2. புனலில் உருகும் பனிக் கட்டி, 3. முகவை

பனிக்கட்டியின் உருகுநிலை கண்டு பிடித்தல் : பனிக் கட்டியைச் சிறு துண்டுகளாக உடைத்து ஒரு புனலில் போடு. அதன் நடுவே ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழ் இருக்கும்படி அதைத் தாங்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. பனிக்கட்டி உருகின நீர் சொட்டு

மிடத்தில் ஒரு முகவையை வை. உஷ்ணமானியில் பாதரசம் இறங்கி 0°C-க்கு நேராக வந்து நிலேயாக நிற்பதைப் பார். இதுவே பனிக்கட்டியின் உருகுநிலே. பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகும்வரை இந்த உஷ்ண நிலே மாருமலிருக்கும். (ஒரு முகவையில் பனிக்கட்டித் துண்டுகளேப் போட்டு, அவற்றின் நடுவே உஷ்ணமானிக் குமிழை வைத்தும் இப்பரிசோதனையைச் செய்யலாம்.)

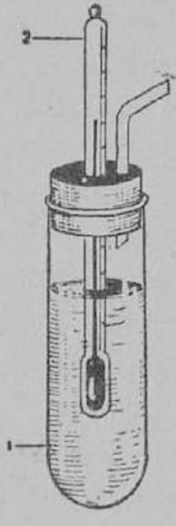
பரபின் மெழுகின் உருகுநிலே: ஒரு முகவையில் சுமார் பாதியளவு நீர் ஊற்றி, அதை ஒரு தாங்கியின் மீதுள்ள கம்பி வலேயில் வைத்துச் சூடாக்கு. ஒரு தந்துகிக் கண்ணடிக் குழாயில் உருகிய பரபின் மெழுகைப் புகுத்தியபின் அதை ஓர் உஷ்ணமானிக் குமிழுடன் சேர்த்துக் கட்டு. இந்த ஏற்பாட்டை முகவை நீரில் அமிழ்த்தி நிறுத்து. உஷ்ணமானியில் பாதரச மட்டம் சிறிது சிறிதாக மேலே ஏறும். தந்துகிக் குழாயிலுள்ள வெண்மையான திடப்பொருள் பரபின் திரவமாகும்பொழுது, அது நீரைப்போல் நிறமற்றதாகும். இந்த மாறுதல் ஏற்படும்பொழுது உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ணநிலேயைக் குறித்துக்கொள். இப்பொழுது ஸ்பிரிட்டு விளக்கை எடுத்துவிடு. முகவைநீர் குளிரத் தொடங்கும்; சிறிது நேரத்தில் திரவ பரபின் திடப்பொருளாவதால், வெண்மை நிறமாகும். இந்த மாறுதல் ஏற்படும்பொழுது மறுபடியும் உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ணநிலேயைக் குறித்துக்கொள். இந்தச் சோதனையை மேலும் இரண்டு தடவை திரும்பச் செய்து, எல்லா உஷ்ணநிலேகளுக்கும் சராசரி கண்டுபிடி.



படம் 53. பரபின் மெழுகின் உருகு நிலே கண்டுபிடித்தல்
1. உஷ்ணமானி
2. தந்துகிக் குழாய்
3. முகவை
4. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

இதுவே பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை (அல்லது உறைநிலை) ஆகும்.

பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை—மற்றொரு முறை: ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயில் சுமார் பாதி அளவு திரவம் கிடைக்கும்படி பரபின் மெழுகு திடப்பொருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதை உருக்கித் திரவமாக்கு. சோதனைக் குழாயை ஒரு தாங்கியில் பொருத்திவை. உருகின திரவத்தின் மையத்தில் குமிழ் இருக்குமாறு ஓர் உஷ்ணமானியைத் தொங்கவிடு.



படம் 54. பரபின் மெழுகின் உருகு நிலை 1. அகன்ற சோதனைக் குழாயில் உருகிய பரபின், 2. உஷ்ண மானி

பரபின் திரவத்தின் உஷ்ணநிலை சுமார் 70°C இருக்கும் பொழுது ஒரு நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடச்செய். ஒவ்வொரு நிமிஷ முடிவிலும் பரபின் திரவத்தின் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். முதலில் நிமிஷத்திற்கு 3 அல்லது 4 டிகிரி குறைந்து கொண்டு வந்த உஷ்ணநிலை, சில நிமிஷங்களுக்குப் பிறகு நெடுநேரம் நிலையாக நின்றுவிடும். இப்பொழுது பரபின் திரவத்தின் நிறம் வெண்மையாகி அது திடப்பொருளாக உறைவதைக் காணலாம். இந்த உஷ்ணநிலைதான் பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை. திரவம் முழுவதும் உறைந்த பிறகு மறுபடியும் உஷ்ணநிலை இறங்கத் தொடங்கும்.

உறையும்பொழுது விரிவடையும் பொருள்கள் : சாதாரணமாகப் பெரும்பான்மையான பொருள்கள் உருகும்பொழுது கனஅளவில் பெருக்கமடைகின்றன ; உறையும்பொழுது கனஅளவில் சுருங்குகின்றன. ஆனால் சில பொருள்கள் இதற்கு நேர் மாறாக, உருகும்பொழுது சுருங்குகின்றன ; உறையும்பொழுது பெருக்கமடைகின்றன. பனிக்கட்டி, வெண்கலம், வார்ப்பிரும்பு, அச்சு உலோகம் முதலிய பொருள்கள் இதற்கு உதாரணங்கள்.

நீர் உறையும்பொழுது கன அளவில் பெருக்கமடைவதால், பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி, நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைகிறது ; ஆகவே பனிக்கட்டி நீரில் மிதக்கிறது.

வெண்கலம், வார்ப்பிரும்பு போன்ற உலோகக் கலவைகள் உறையும்பொழுது விரிவடைவதால், இவை வார்ப்புச் சாமான்கள் செய்ய ஏற்றவையாகின்றன. இவற்றை உருக்கி வார்ப்படத்தில் ஊற்றிக் குளிரச் செய்யும்பொழுது, வார்ப்படத்தின் மூலைகளை நன்கு நிரப்பிக்கொண்டு இவை உறைகின்றன.

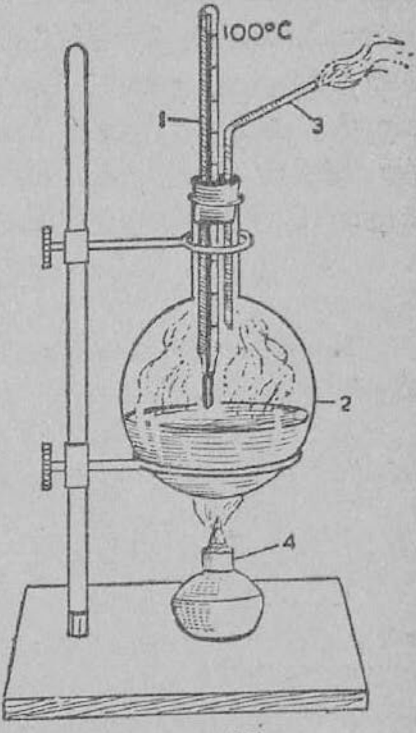
உருகுநிலையும் அழுத்தமும் : பனிக்கட்டி போன்ற பொருளின் உருகுநிலை அதிக அழுத்தத்தின் காரணமாகச் சிறிது தாழும். இரண்டு பனிக்கட்டித் துண்டுகளைச் சேர்த்துவைத்து அழுத்தினால், அவை சேருமிடத்தில் சிறிது உருகி நீராகும்; அழுத்தத்தை எடுத்துவிட்டால், நீர் மறுபடியும் உறைந்து பனிக்கட்டியாவதால், துண்டுகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ளும்.

உறைக் கலவை : பனிக்கட்டித் துண்டுகளுடன் சாதாரண உப்பான சோடியம் குளோரைடு சேர்த்தால், இக்கலவையின் உஷ்ணநிலை 0° C-க்குக் கீழே பத்துப் பதினைந்து டிகிரி குறைந்துவிடுகிறது. இதற்கு உறைக் கலவை என்று பெயர். ஒரு பாத்திரத்தில் பாலை ஊற்றி இதில் புதைத்து வைத்தால், பால் உறைந்துவிடுகிறது. 'ஐஸ் கிரீம்' தயாரிப்பதற்கு இக்கலவை பயன்படுகிறது.

திரவத்தின் கொதிநிலை : உஷ்ணமானியின் மேல் திட்ட வரையைக் குறிப்பதற்கு உபயோகித்த உபகரணத்தைப்போல் அமைத்து, குடுவையில் திரவத்தை ஊற்றிக் கொதிக்கவைத்து அதன் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடிக்கலாம். குடுவைக்குப் பதிலாக ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயையும் உபயோகிக்கலாம். உஷ்ணமானிக் குமிழ் திரவத்தில் மூழ்கியிராமல், திரவம் கொதித்து வரும் ஆவியால் சூழப்பட்டிருக்கவேண்டும். திரவத்தில் ஏதேனும் ஒரு பொருள் கரைந்திருந்தால், அது கொதிநிலையைப் பாதிக்குமென்று முன் வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர்கள்.

கொதித்து வரும் ஆவியின் உஷ்ணநிலையே சுத்தமான திரவத்தின் கொதிநிலையைக் காட்டும்.

கொதித்தலும் உள்ளுறை வெப்பமும்: ஒரு பாத்திரத்தில் சுத்த நீரைக் கொதிக்கவைத்து அதில் உஷ்ணமானியை வைத்தால், சாதாரண அழுத்தத்தில், உஷ்ணமானி 100°C காட்டுகிறது. கொதித்து வரும் நீராவியின் உஷ்ணநிலையும் 100°C இருக்கிறது. நாம் சுவாலையின் மூலம் வெப்பத்தைக் கொடுத்துக் கொண்டே யிருக்கிறோம்; ஆனால் இந்த வெப்பத்தால் உஷ்ண நிலை உயர்வு ஏற்படுவதில்லை. இப்பொழுது கொடுக்கப்படும் வெப்பம் நிலை மாற்றத்துக்காகப் பயன்பட்டு, நீராவியில் மறைந்திருக்கும். ஆகவே இது உள்ளுறை வெப்பம் ஆகும். திடப்பொருள் திரவமாகும் பொழுது உள்ளுறை வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டதைப் போல், திரவம் ஆவியாகும்பொழுதும் உள்ளுறை வெப்பம் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.



படம் 55.
திரவத்தின் கொதி நிலை
1. உஷ்ணமானி
2. குடுவை
3. வெளிப்போக்கு குழாய்
4. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

ஒரு கிராம் பனிக்கட்டி 0° *C*-யில் உருகி நீராவதற்கு சுமார் 80 கலோரி வெப்பம் தேவையென்றும், ஒரு கிராம் நீர் 100° *C*-யில் கொதித்து ஆவியாவதற்குச் சுமார் 540 கலோரி வெப்பம் தேவை என்றும் பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரியவருகிறது.

கொதிநிலையும் அழுத்தமும்: நீரின் கொதிநிலை அழுத்தத்தினால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதை முன்வகுப்பில் அறிந்திருக்கிறீர்கள். பிரமாண அழுத்தத்தில் (76 செ.மீ. பாதரச அழுத்தம்) நீரின் கொதிநிலை 100°C ஆக இருக்கும். அழுத்தம் அதிகமானால்

கொதிநிலை உயரும் ; அழுத்தம் குறைந்தால் கொதிநிலை தாழும். இது காரணமாகவே வாயு மண்டல அழுத்தம் குறைவாக உள்ள மலையுச்சிகளில் நீர் 100° C-க்குக் குறைவான உஷ்ணநிலைகளில் கொதிக்கிறது. நீரைப் போலவே, பிற திரவங்களின் கொதிநிலைகளும் அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை 80°C என்றால், பிரமாண அழுத்தத்தில் அதன் கொதிநிலை 80°C என்று தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

கேள்விகள்

1. நிலைமாற்றங்களின் வெவ்வேறு வகைகளின் பெயர்களை எழுதி, விளக்கிக் கூறுக.

2. உள்ளுறை வெப்பம் என்றால் என்ன? அது எப்பொழுது கிரகிக்கப்படும்? எப்பொழுது வெளிவிடப்படும்?

3. பரபின் மெழுகின் உருகுநிலையை ஒரு கண்ணாடி தந்துகிக் குழாய் மூலம் எப்படிக் கண்டுபிடிக்கலாம்? பரிசோதனையை விவரி.

4. வார்ப்பு இரும்பு, அச்சு உலோகம், வெண்கலம் போன்ற பொருள்கள் வார்ப்புச் சாமான்கள் செய்ய ஏன் ஏற்றவையா யுள்ளன?

5. உறைக் கலவை என்றால் என்ன? அதன் உபயோகம் என்ன?

6. இரு பனிக்கட்டித் துண்டுகளை ஒன்றோடொன்று அழுத்திவிட்டால் அவை ஏன் ஒட்டிக்கொண்டு ஒன்றுகின்றன?

7. ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடிப்பது எப்படி?

8. ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை அழுத்தத்தினால் எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. பரபின் மெழுகின் உருகுநிலையைப் பரிசோதனைமூலம் கண்டுபிடி.

2. ஆல்கஹாலின் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடி.

13. வெப்பம் செலுத்துகை (Transmission of heat)

(வெப்பம் செலுத்துகையின் வகைகள்—வெப்பம் கடத்தல்—சலனம்—கதிர்வீசல்—தெர்மாஸ் குடுவை.)

வெப்பம் என்பது ஒருவித சக்தியென்றும், அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து உஷ்ண நிலை குறைவாயுள்ள ஒரு பொருளுக்கு வெப்பம் பரவும் என்றும் உங்களுக்குத் தெரியும். இப்பொழுது வெப்பம் ஒரு பொருளுக்குள்ளோ அல்லது ஒரு பொருளிலிருந்து பிற பொருள்களுக்கோ எவ்வழிகளில் பரவுகிறது என்பதைக் கவனிப்போம்.

அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் மூன்று முறைகளில் வெளிச் செல்லலாம் அல்லது பரவலாம். அவை வெப்பம் கடத்தல் (conduction), வெப்பச் சலனம் (convection) வெப்பக் கதிர்வீசல் (radiation) என்பன.

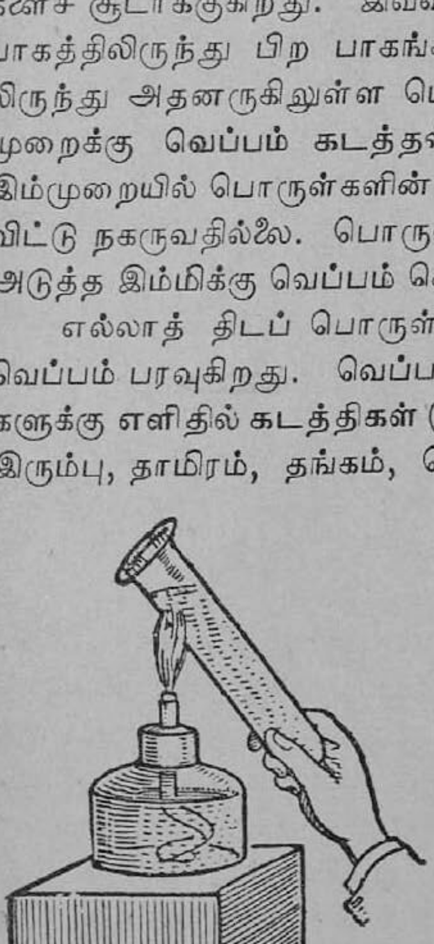
வெப்பம் கடத்தல்—பரிசோதனை : ஒரு சிறிய மரக்கட்டையின் ஒரு நுனியைப் பிடித்துக்கொண்டு மறு நுனியை ஒரு விளக்கின் சுவாலையில் காட்டு. அந்த நுனி பற்றிக்கொண்டு எரிகிறது. நாம் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும் நுனி சூடாவதில்லை. ஓர் இரும்புக் கரண்டியின் ஒரு முனையை எரியும் அடுப்பினுள் செருகு. சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு கரண்டியின் வெளிமுனையைத் தொட்டுப்பார். அம்முனை தொடமுடியாதபடி சுடுகிறது. ஆகவே இம்முனைக்கு வெப்பம் பரவியிருக்கிறது. நீளமான கண்ணாடித் தண்டு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையைச் சுவாலையில் காய்ச்சு. சிறிது நேரம் கழித்து மறு முனையைத் தொட்டுப்பார் ; தொட முடிகிறது ; அம்முனை சுடுவதில்லை. அம்முனைக்கு வெப்பம் பரவவில்லை என்று தெரிகிறது.

இதிலிருந்து, இரும்பு வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துகிறதென்றும், கண்ணாடியும் மரமும் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துவதில்லை என்றும் அறிகிறோம்.

இரும்புக் கரண்டியின் ஒரு முனையை வெப்பம் தாக்கியதும்

அங்குள்ள இம்மிகள் (particles) தாம் பெற்ற வெப்பத்தைப் பக்கத்திலுள்ள இம்மிகளுக்கு அனுப்புகின்றன. பிறகு இவை தம்மை நெருங்கியுள்ள பக்கத்து இம்மிகளுக்கு இவ்வெப் பத்தைச் செலுத்துகின்றன. இவ்வாறு வெப்பம் இம்மிகளில் நகர்ந்து முடிவில் கரண்டியின் மற்றொரு முனையில் உள்ள இம்மி களைச் சூடாக்குகிறது. இவ்விதம் ஒரு திடப் பொருளின் ஒரு பாகத்திலிருந்து பிற பாகங்களுக்கோ அல்லது அப்பொருளி லிருந்து அதனருகிலுள்ள பொருள்களுக்கோ வெப்பம் பரவும் முறைக்கு **வெப்பம் கடத்தல்** (conduction) என்று பெயர். இம்முறையில் பொருள்களின் இம்மிகள் அவை இருக்குமிடத்தை விட்டு நகருவதில்லை. பொருளின் ஒரு இம்மியிலிருந்து அதற்கு அடுத்த இம்மிக்கு வெப்பம் செல்லுகிறது.

எல்லாத் திடப் பொருள்களிலும் கடத்தல் முறையில்தான் வெப்பம் பரவுகிறது. வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் பொருள் களுக்கு **எளிதில் கடத்திகள்** (good conductors) என்று பெயர். இரும்பு, தாமிரம், தங்கம், வெள்ளி முதலிய உலோகங்களெல் லாம் எளிதில் வெப்பம் கடத்தி கள். கண்ணாடி, மரம், காகிதம், தக்கை, பஞ்சு, ரப்பர் இவை யெல்லாம் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துவதில்லை. இவற்றிற்கு **அரி தில் கடத்திகள்** (bad conductors) என்று பெயர். திரவங் களும் வாயுக்களும் அரிதில் கடத்திகளே. தண்ணீர் ஓர் அரி தில் கடத்தி. இதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையினால் அறியலாம்.



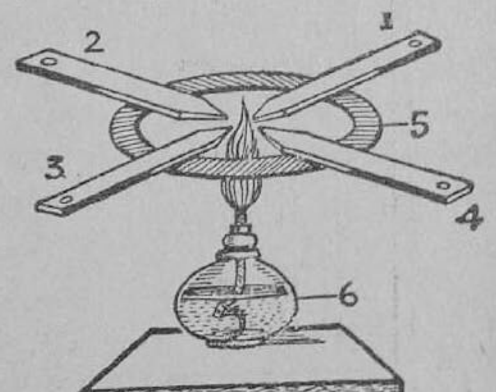
படம் 56.
நீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி

பரிசோதனை : ஒரு சோதனைக் குழாயில் முக்கால் பாகம் நீரூற்றி அதன் அடிப்பாகத்தைக் கையால் பிடித்துக்கொண்டு, குழாயின் மேல்பகுதியை ஸ்பிரிட்டு விளக்கின் சுவாலையில் வைத்துத்

தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்து. மேலுள்ள நீர் கொதிக்க ஆரம்பிக்கும். ஆனால் குழாயைப் பிடித்திருக்கும் கையில் சூடு தெரிவதில்லை. குழாயின் அடியிலுள்ள நீர் குளிர்ச்சியாகவே இருக்கிறது. எனவே நீரில் கடத்தல் முறையில் வெப்பம் பரவுவதில்லை என்றும், நீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி என்றும் விளங்குகிறது.

உலோகங்களெல்லாம் எளிதில் வெப்பம் கடத்திகள் என்று படித்தோமல்லவா? ஆனால் எல்லா உலோகங்களும் ஒரே அளவாய் வெப்பத்தைக் கடத்துவதில்லை. இரும்பைவிடத் தாமிரத்தில் வெப்பம் விரைவாகக் கடத்தப்படும்.

பரிசோதனை : ஒரு மர வளையத்தில் வெவ்வேறு உலோகங்களினால் செய்த நான்கு கெட்டியான தகடுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தகடுகளின் உள் முனைகள் வளையத்தின் மையத்தில் ஒன்று கூடும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பை எடுத்துக் கொள். தகடுகளின் வெளிமுனை ஒவ்வொன்றிலும் மையத்திலிருந்து ஒரே தூரத்தில் சிறிய துண்டு பரபின் மெழுகை வை. பிறகு மர வளையத்தை ஒரு முக்காலியின் மீது வைத்து, தகடுகள் ஒன்று கூடும் மத்தியில் ஸ்பிரிட்டு விளக்கினால் உஷ்ணப்படுத்து. உலோகத் தகடுகளின் உள்முனை சூடாகி, வெளி முனைக்கு வெப்பம் கடத்தப்படும். தகடுகளிலுள்ள மெழுகு வெவ்வேறு சமயங்களில் உருகுவதைப் பார்க்கலாம். எல்லாத் தகடுகளிலுமுள்ள மெழுகு துண்டுகளும் ஒரே சமயத்தில் உருகா. எந்தத் தகட்டில் மெழுகு முதலில் உருகுகிறதோ அந்த உலோகந்தான் அதிக வெப்பம் கடத்தும் திறன்

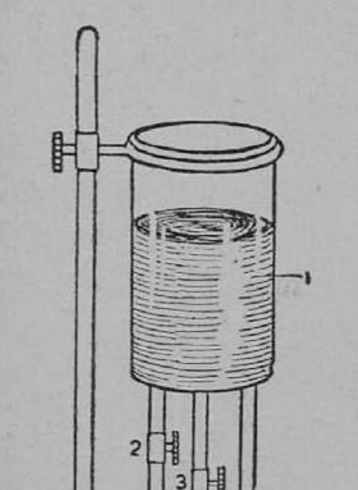


படம் 57. உலோகங்களின் கடத்தும் திறன் வேறுபடுதல்
1, 2, 3, 4. உலோகத் தகடுகள்
5. மர வளையம்,
6. ஸ்பிரிட்டு விளக்கு

உடையது. எத் தகட்டில் மெழுகு கடைசியாக உருகுகிறதோ அந்த உலோகம் குறைந்த வெப்பம் கடத்தும் திறனுடையது. ஆதலால் இச் சோதனையிலிருந்து எல்லா உலோகங்களும் ஒரே விதமாக வெப்பம் கடத்துவதில்லை எனத் தெரிகிறது.

இதையே கீழ்க்கண்ட பரிசோதனையும் நன்கு புலப் படுத்தும்.

பரிசோதனை : சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஒரு தொட்டியை எடுத்துக் கொள். தொட்டியின் கீழ்ப் பக்கத்தில் மூன்று சிறு துவாரங்களைச் செய்து அவற்றின் வழியாகச் சம நீளமும், பருமனுமுள்ள, மூன்று வெவ் வேறு உலோகக் கோல்களைச் செருகு. தொட்டிக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண் டிருக்கும் பாகத்தில் கோல்களின் மேல் ஒரே கனத்தில் மெழுகைப் பூசு. கோல்களின் மீது சற்று தாராளமாகச் செல்லக்கூடிய வளையங்களை நுழைத்து தொட்டியின் அடியில் அவற்றை நிறுத்து. கொதிக்கும் நீரைத் தொட்டி யில் ஊற்று. சிறிதுநேரம் கழித்துக் கோல்களைக் கவனித்தால் ஒவ்வொரு கோலிலும் மெழுகு உருகி வளையம் இறங்குவதைக் காணலாம். ஆனால் எல்லாக் கோல்களிலும் மெழுகு ஒரே நீளத்திற்கு உருகுவதில்லை. ஒவ்வொரு கோலிலும் வெவ்வேறு நீளத்திற்கு மெழுகு உருகியிருப்பதைக் கவனி. இதிலிருந்து உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறன் வேறுபட்டிருப்பதை அறியலாம்.



படம் 58. வெப்பம் கடத்தும் திறன்களை ஒப்பிடுதல்
1. தொட்டி.
2, 3, 4. வளையங்கள் வெவ்வேறு உயரம் இறங்கி யிருத்தல்

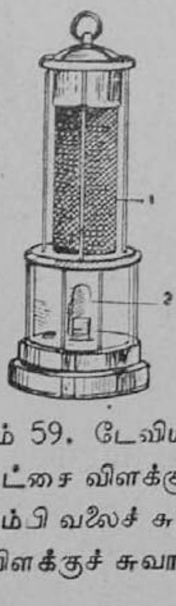
ஒவ்வொரு கட்டையிலும் மெழுகு எவ்வளவு தூரம் உருகியிருக்கிறதோ அத் தூரத்தை அளந்து

அந்த அளவுகளிலிருந்து வெவ்வேறு உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடலாம்.

மரம் வெப்பத்தை அரிதில் கடத்தும் என்று படித்தோம். கீழ்க் கண்ட சோதனை அதனை விளக்கும் :

பரிசோதனை : ஒரு பகுதி உலோகத்தினால் செய்யப்பட்டதாயும் மற்றொரு பகுதி மரத்தினால் செய்யப்பட்டதாயும் உருளை வடிவத்திலுள்ள ஓர் உபகரணத்தை எடுத்துக் கொண்டு அதன் மீது ஒரு வெள்ளைக் காகிதத்தைச் சுற்று. ஒரு சுவாலையில் முன்னுக்கும் பின்னுக்கும் சிறிது நேரம் காகிதத்தை அசை. மரத்தைச் சுற்றியிருக்கும் காகிதம் கருகியும், உலோகப் பகுதியைச் சுற்றியிருக்கும் காகிதம் கருகாமலிருப்பதையும் காணலாம். காகிதம் பெறும் வெப்பத்தை அதன் அருகேயுள்ள உலோகம் பெற்று அதைக் கடத்தி விடுவதால் அப் பகுதிக் காகிதத்தின் உஷ்ணநிலை அதிகம் உயருவதில்லை. மரம் இவ்வாறு செய்யாததால், அப்பகுதிக் காகிதம் கருகி விடுகிறது. இச் சோதனை உலோகம் ஓர் எளிதில் கடத்தி என்றும், மரம் அரிதில் கடத்தி என்றும் விளக்குகிறது.

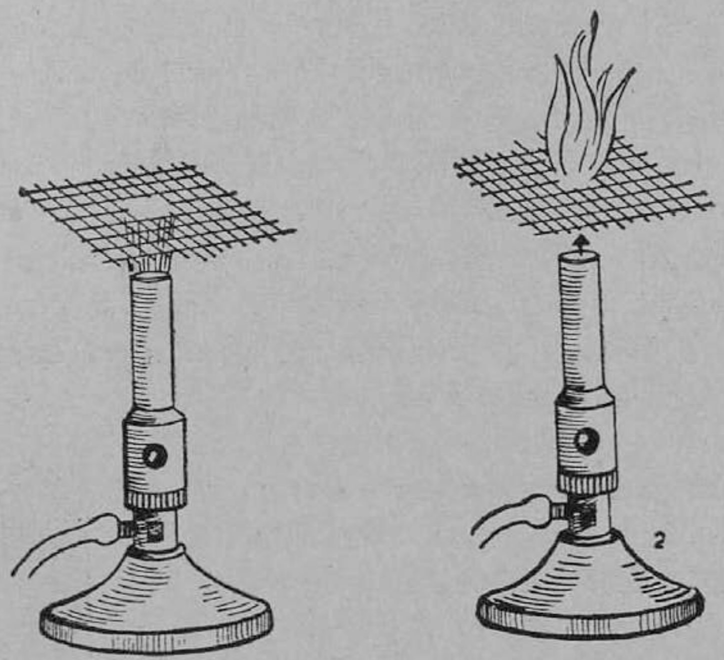
மரம், வெப்பத்திற்கு அரிதில் கடத்தி என்பதால் தான் சூடான பானங்களை வைக்கும் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட கெட்டிலின் கைப்பிடி மரத்தினால் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இதே காரணத்தினால் தான் இஸ்திரிப் பெட்டியின் கைப்பிடி, மரத்தினால் செய்யப்பட்டுள்ளது.



படம் 59. டேவியின் ரட்சை விளக்கு
1. கம்பி வலைச் சுருள்
2. விளக்குச் சுவாலை

உலோகங்கள் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மை யுடையவை என்று படித்தோமல்லவா? இதைப் பயன்படுத்தி டேவி என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்த ஒரு விளக்கு அமைந்திருக்கிறது. இது நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் வேலை செய்பவர்களுக்குப் பாதுகாப்பாக விளங்குகிறது.

ஆதலால் இதற்கு டேவி ரட்சை விளக்கு (Davy's safety lamp) எனப் பெயர். இதன் தோற்றத்தை 59-ம் படத்தில் காணலாம். விளக்கின் சுவாலையைச் சுற்றி விளக்கின் மேற்புறத்தில் தாமிரக் கம்பி வலைகள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. சுரங்கத்தில் சிற்சில இடங்களிலுள்ள கரியாவி முதலிய எரியுந்தன்மையுள்ள வாயுக்கள், முதலில் கம்பி வலைக்குள் எரிகின்றன. அப்பொழுது சுவாலையில் ஏற்படும் தோற்றம் அச்சுரங்கங்களில் வேலை



படம் 60. டேவி ரட்சை விளக்கின் தத்துவத்தை விளக்கும் சோதனை

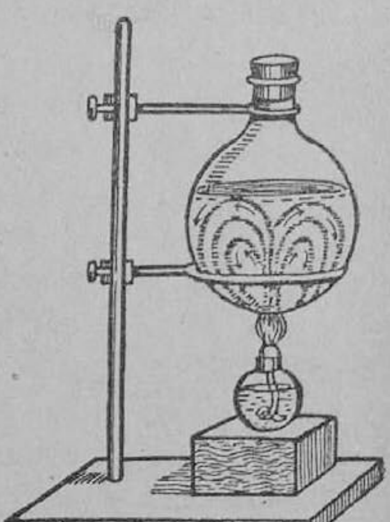
இடப்பக்கம் : கம்பி வலையின் கடத்தும் திறனால் மேற்புறம் சுவாலை பரவவில்லை. வலப்பக்கம் : கீழ்ப்புறம் சுவாலை பரவவில்லை.

செய்பவர்களுக்கு எச்சரிக்கை செய்வது போலாகிறது. மேலும் சுவாலையின் வெப்பம் அவ்வப்பொழுது அதைச் சுற்றியமைந்துள்ள கம்பி வலைகளால் வெளியேற்றப்படுவதால், கம்பி வலைக்கு வெளியேயுள்ள கரியாவி, எரிவதற்குத் தேவையான உஷ்ண நிலையை அல்லது எரி நிலையை (ignition point)

அடைவதில்லை. இதன் தத்துவத்தை, 60-ஆம் படம் விளக்குகிறது.

வெப்பச் சலனம் (convection): திடப் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறையினின்றும் வேறுபட்டது பாய் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறை. திடப் பொருள்களில் வெப்பம் பரவும் முறையில் அல்லது வெப்பம் கடத்தலில் பொருள்களிலுள்ள இம்மிகள் சலனமடைவதில்லை. ஆனால் பாய் பொருள்களில் (fluids), அதாவது வாயுப் பொருள்களிலும், திரவப் பொருள்களிலும் வெப்பம் பரவும்போது அவற்றின் இம்மிகள் அடர்த்தி வித்தியாசத்தினால் இடம் விட்டு இடம் நகர்கின்றன. இவ்விதம் அடர்த்தி வித்தியாசத்தினால் திரவங்களிலும் வாயுக்களிலும் உள்ள இம்மிகளில் சலனம் ஏற்பட்டு, வெப்பம் பரவும் முறைக்கு **வெப்பச் சலனம்** (convection) என்று பெயர்.

திரவங்களில் நிகழும் வெப்பச் சலனத்தைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை நன்கு விளக்கும்.

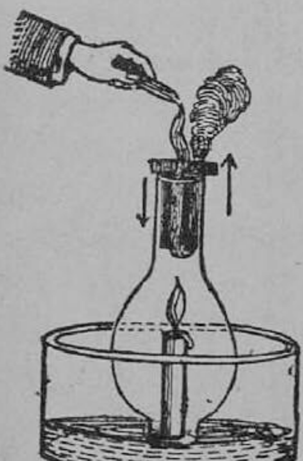


படம் 61.
நீரில் வெப்பச் சலனம்

பரிசோதனை: ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் நீர் ஊற்றி, அதனுள் சிறிது மரத்தூளையாவது சிறிய பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு படிகங்களையாவது போடு. குடுவையின் அடிப் பாகத்தில் சுவாலை படும்படி ஸ்பிரிட்டு விளக்கை வைத்து, தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்து. மரத்தூள் கீழிருந்து மேலேயும், மேலிருந்து கீழேயும் வட்டமிட்டு வருவதைக் காணலாம். மரத்தூள், நீர் சுற்றி வரும் பாதையைக் காட்டும். பரமாங்கனேட்டுத் தூள் போடப்பட்டிருந்தால், இத்தூள் கரைந்து கீழிருந்து மேலே கோடுகளாகக் கிளம்பிப் பாத்திரத்தின் பக்கங்களின் வழியாகக் கீழிறங்குவதைப் பார்க்கலாம்.

முதலில் குடுவையின் அடியிலுள்ள சுவாலைக்கு அருகிலிருக்கும் தண்ணீர் உஷ்ணமடைகிறது. அது இலேசாகி மேலே கிளம்புகிறது. அந்த நீர் இருந்த இடத்திற்கு மேலேயுள்ள அடர்த்தி அதிகமான குளிர்ந்த நீர், குடுவையின் பக்கங்களின் வழியாகக் கீழிறங்குகிறது. பிறகு அது அதிக உஷ்ண நிலையை அடைந்து மேலே செல்ல, மேலுள்ளது கீழிறங்கும். இவ்விதம் சூடான நீர் மேல்நோக்கியும், குளிர்ந்த நீர் கீழ்நோக்கியும் சுழன்று வந்து ஒவ்வொரு பகுதியும் உஷ்ணமடைகிறது. இவ்வாறு பொருள்களின் இம்மிகள் நகர்ந்து வெப்பம் கிடைக்குமிடம் சென்று வெப்பத்தைப் பெற்று விலகிச் செல்லும். இம்முறையே வெப்பச் சலனமாகும். இம்முறையிலேயே எல்லா திரவப் பொருள்களும், வாயுப் பொருள்களும் வெப்பத்தைச் செலுத்துகின்றன.

திரவங்களைப் போலவே வாயுக்களிலும் வெப்பச் சலன முறையிலே தான் வெப்பம் பரவுகிறது. இதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனையால் அறியலாம்.



படம் 62.
காற்றில் வெப்பச் சலனம்

பரிசோதனை : ஓர் எரியும் மெழுகு வர்த்தியை நீர் உள்ள ஒரு தொட்டியில் வை. மெழுகு வர்த்தியைச் சுற்றி, படத்தில் காட்டியபடி, ஒரு கண்ணுடிச் சிம்னியை வை. சிறிது நேரத்தில் மெழுகு வர்த்தி அணைந்து விடுகிறது. ஓர் அட்டையிலிருந்து T வடிவமுள்ள ஒரு துண்டைக் கத்திரித்துச் சிம்னியின் மேல்பாகத்தில் பொருந்த வை. இப்பொழுது சிம்னியின் மேல்பாகம் இரு பாகங்களாகப் பிரிக்கப் படுகிறது. திரும்பவும் மெழுகு வர்த்தியைக் கொளுத்து. மெழுகு வர்த்தி அணையாமல் எரியும். சிம்னியிலுள்ள வாயுவை எரியும் வர்த்தி உஷ்ணப்படுத்துகிறது. உஷ்ணமடைந்த வாயு இலேசானதால் அது சிம்னியின் மேல்பாகத்தின் ஒரு பகுதியின் வழியாய் வெளியே

செல்கிறது. வெளியிலிருக்கும் குளிர்ந்த கனமான காற்று சிம்னியின் மேல்பாகத்தின் மற்ரெரு பகுதியின் வழியாய் உள்ளே வருகிறது. எனவே உஷ்ண வாயுக்கள் வெளிச் செல்ல வும், வெளியிலிருந்து குளிர்ந்த சுத்தக் காற்று உட்புகவும் வசதி அமைந்திருப்பதால் மெழுகு வர்த்தி அணையாமல் எரிகிறது. ஒரு புகையும் தாளைக் கொளுத்திச் சிம்னிக்கு மேலே பிடித்தால் உள் வாயு வெளிச் செல்லும் மார்க்கத்தையும், வெளி வாயு உள் வரும் மார்க்கத்தையும் (காற்றில் ஏற்படும் சலனத்தைப்) பார்க்கலாம்.

சாதாரண சிம்னி விளக்குகளில் வெளிவாயு உட் செல்வதற் காகவே அடிப் பாகத்தில் துவாரங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

வெப்பச் சலனத்தினுல் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள் : அறை களில் காற்ருேட்டம் ஏற்படுவது காற்றின் சலனத்தினுல் தான். நாம் சுவாசிப்பதற்கு உட்கொள்ளும் காற்று குளிர்ந்தது. நாம் சுவாசித்து வெளிவிடும் காற்று உஷ்ணமானது, இலேசானது. ஆகையால் அது உயரக் கிளம்பி சுவர்களில் ஜன்னல்களுக்கு மேல் அமைக்கப்பட்டுள்ள திறப்புக்கள் அல்லது காற்ருேட்டிகள் வழியே வெளியே செல்லும். அப்பொழுது அந்தக் காலி இடத்தை நிரப்ப, வெளியிலுள்ள குளிர்ந்த காற்று சுவர்களின் கீழ்ப் பக்கத்திலுள்ள ஜன்னல்களின் வழியாய் உள்ளே வருகிறது. இக் காரணத்தினுல்தான் சினிமா கொட்டகைகள், பொது மக்கள் கூடுமிடங்கள் இவைகளில் தரை மட்டத்திலும், உயரத்திலும் ஜன்னல்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சமைய லறையில் புகை உள்ளேயே சுற்ருமலிருக்க, புகை போக்கிகள் அமைக்கப்படுகின்றன.

திரவங்களும் வாயுக்களும் சலன முறையால் வெப்பமடை வதால் இயற்கையில் பல நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. கடல் களில் உஷ்ண, குளிர், நீரோட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன. பகல் வேளைகளில் கடல் காற்றும், இரவில் நிலக்காற்றும் உண்டா கின்றன. எனவே நீரோட்டங்கள் உண்டாவதும் காற்று வீசு தலும் வெப்பச் சலனத்தினுலேயே நிகழ்கின்றன.

வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation): வெப்பம் கடத்தலும்

வெப்பச் சலனமும் நடைபெறுவதற்கு, ஜடப் பொருள்களின் இம்மிகள் தேவை. ஆனல் வெப்பக் கதிர் வீசல் ஜடப்பொருள் கள் இல்லாமலே நிகழ்கிறது. வெற்றிடத்தின் மூலமாகவும் வெப் பக் கதிர் வீசல் நடைபெறும்.

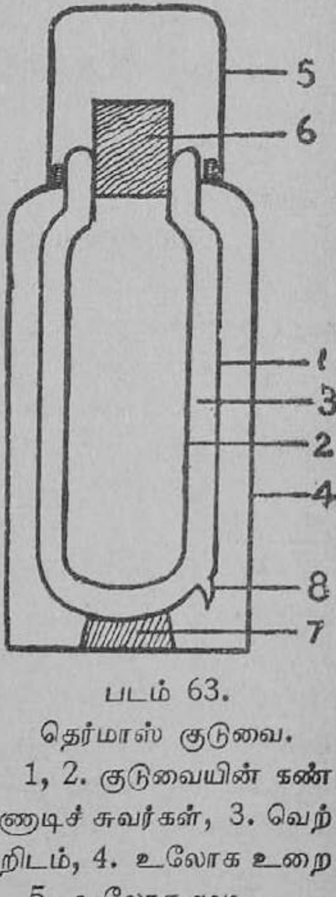
சூரியனிடமிருந்து உஷ்ணம் காற்றுப் பாகத்தைத் தாண்டி பூமியை நோக்கி வருகிறது. சூரியனிடமிருந்து வரும் உஷ்ணம் காற்றை உஷ்ணப்படுத்தாமல் பூமியை அடைகிறது. எரிந்து கொண்டிருக்கும் அடுப்பிலிருந்து சற்று தூரத்தில் நாம் உட் கார்ந்தால் அனல் நம்மீது வீசுவதை நாம் உணர்கிறோம். இவ் வெப்பம் அடுப்பிற்கும், அருகில் இருக்கும் நமக்கும் இடையி லுள்ள காற்றின் மூலம் பரவுவதில்லை. ஏனெனில் காற்று அரிதில் கடத்தி; அது வெப்பத்தைக் கிரகித்துக் கடத்தல் முறையில் பர வச் செய்யாது. இவ்விதம் ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் இடையி லுள்ள பொருளின் உதவியில்லாமலும், இடைப் பொருள்களில் எவ்வித மாறுதல்களை உண்டாக்காமலும் எல்லாப் பக்கங் களிலும் வெளிச் செல்வதற்கு **வெப்பக் கதிர் வீசல்** (radiation) என்று பெயர். இதை அநுசரித்துத்தான் நாம் குளிர் மிகுந்த காலங்களில் அறைகளை உஷ்ணப்படுத்த, கணப்புகளையும், வெப்பக் கதிர் வீசும் மின்சாரக் கருவியையும் (electric radiant heater) உபயோகிக்கிறோம்.

வெப்பக் கதிர் வீசல் முறையில் எல்லாப் பொருள்களும் வெப்பத்தை ஒரே அளவில் கிரகித்துக் கொள்வதில்லை. கறுப்பு நிறமுள்ள பொருள்கள், வெண்மை நிறமும் வெளிப் பரப்பு பளபளப்பாயுமுள்ள பொருள்களைவிட வெகு விரைவில் வெப் பத்தைக் கிரகிக்கும். இதேபோல் வெப்பத்தை எளிதில் கிரகிக்கும் பொருள்கள் அதைச் சீக்கிரத்தில் வெளிவிடும். கறுப்பு நிறமுள்ள பாத்திரங்கள் வெப்பத்தைச் சீக்கிரத்தில் வெளிவிடும். பளபளப்பான மேற்பரப்பையுடைய பாத்திரங்கள் வெப்பத்தைச் சீக்கிரத்தில் வெளிச் செல்லவிடா. குளிர்காலத்தில் கறுப்பு ஆடைகளும், வெயில் காலத்தில் வெள்ளை ஆடைகளும் அணியப்படுகின்றன. ஏனெனில், கறுப்பு ஆடைகள் வெப் பத்தை எளிதில் கிரகிக்கும்; வெள்ளை ஆடைகள் அதி

கம் கிரகிக்கா ; மேலும் அவை வெப்பத்தை பிரதிபலிக்கச் செய்யும்.

தெர்மாஸ் குடுவை : இக்குடுவையில் ஒரு பொருளை வைத்தால் அதன் உஷ்ணநிலை வெகுநேரம் மாருமல் இருக்கும். சூடான பொருள்கள் ஆறிப்போகாமலும், குளிர்ச்சியான பொருள்கள் உஷ்ணமடையாமலும் இருக்கும். இதன் அமைப்பைப் படத்தில் பார்.

இதில் முக்கியமான பாகம் இரட்டைச் சுவர்களாலாகிய ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரம். இரு சுவர்களுக்கும் இடையிலுள்ள இடம் காற்று வெளியேற்றப்பட்ட வெற்றிடம். வெளிச்சுவரின் உட்புறமும், உட்சுவரின் வெளிப்புறமும் வெள்ளி பூசப்பட்டுப் பளபளப்பாயுள்ளன. இக் கண்ணுடிப் பாத்திரம் ஓர் உலோகக் கூட்டினுள் ஒரு சுருள் வில்லின்மீதோ அல்லது ஒரு தக்கையின் மீதோ வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. குடுவையின் வாய்ப்பாகம் ஒரு தக்கையினுல் மூடப்பட்டிருக்கும்.



படம் 63.
தெர்மாஸ் குடுவை.
1, 2. குடுவையின் கண்ணுடிச் சுவர்கள், 3. வெற்றிடம், 4. உலோக உறை 5. உலோக மூடி, 6. தக்கை மூடி. 7. தக்கை, 8. காற்றெடுத்தபின் மூடப்பட்ட முனை

இத்தகைய அமைப்பினுல் பாத்திரச் சூடு வெளிப்போவதில்லை. கண்ணுடி, தக்கை முதலியவை அரிதில் கடத்திகள். ஆதலால் அவற்றின் மூலம் கடத்தல் முறையில் வெப்பம் பரவுவதில்லை. மேலும் கண்ணுடிச் சுவர்களுக்கு இடையில் வெற்றிடமாகையால் கடத்தல், சலனம், என்னும் முறைகளில் வெப்பம் செல்வதில்லை. கண்ணுடிச் சுவர்கள் பளபளப்பாய் இருப்பதால் இச்சுவர்கள் கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் செல்வதை மிகவும் குறைத்துவிடுகின்றன. ஆகவே, வெப்பம் வெளியிலிருந்து பாத்திரத்திற்குள் செல்வதும்,

பாத்திரத்திலிருந்து வெப்பம் வெளிச்செல்வதும் மிகவும் குறைந்துவிடுகிறது. குடுவையில் வைத்த சூடான பொருள் வெகுநேரம் சூடாகவும், குளிர்ச்சியான பொருள் குளிர்ச்சியாகவுமிருக்கும்.

கேள்விகள்

1. ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் எவ்வழிகளில் செலுத்தப்படலாம்?

2. வெப்பத்தைச் சுலபமாய்க் கடத்தும் நான்கு பொருள்களைக் கூறுக.

3. வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகளில் நான்கு கூறுக.

4. வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகளின் உபயோகங்களுக்கு நான்கு உதாரணங்கள் தருக.

5. வாயு, தண்ணீர் இவைகளில் வெப்பம் எவ்விதம் பரவுகிறது?

6. திடப்பொருள்களில் வெப்பம் செலுத்தப்படும் முறை யாது? அது எவ்வாறு நடைபெறுகிறது?

7. தண்ணீர் வெப்பத்திற்கு அரிதில் கடத்தி என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

8. தண்ணீரில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனத்தை விளக்கும் உபகரணத்தின் படம் வரைக.

9. கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் பரவுதலை விளக்குக.

10. வாயுக்களில் வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

11. வெவ்வேறு உலோகங்கள் வெவ்வேறு வெப்பம் கடத்தும் திறன் உடையவை என்பதை விளக்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரி.

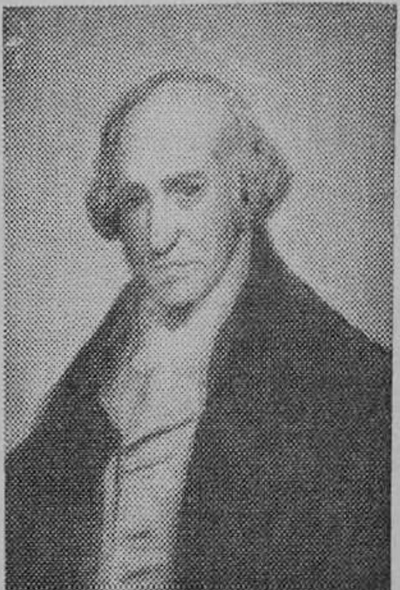
12. தெர்மாஸ் குடுவை எப்படி அமைக்கப்பட் டிருக்கிறது? படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறி.

13. தெர்மாஸ் குடுவையிலுள்ள சூடான திரவம் சூடாகவே யிருப்பதற்கு அதில் அமைந்துள்ள சாதனங்கள் யாவை?

13. நீராவி எஞ்சினும் அகதகன எஞ்சினும்

நீராவி, பெட்ரோல் எஞ்சின்களினுல் ஏற்பட்டுள்ள நன்மைகள் : இருப்புப் பாதைகளில் வண்டித் தொடர்களை இழுத்துச் செல்லும் நீராவி எஞ்சின்களைப் (steam engine) பெரும்பாலும் நாம் எல்லோரும் பார்த்திருக்கிறோம். அவற்றின் உதவியால் தரை மார்க்கப் போக்குவரத்து வசதியானதாகவும் விரைவானதாகவும் செய்யப்பட்டுள்ளது. கப்பல்களைச் செலுத்தும் எஞ்சின்களும் நீராவி எஞ்சின்களே. பெட்ரோல் எஞ்சின்களால் ஓடும் பலவித மோட்டார் வண்டிகளும், ஆகாய விமானங்களும் தற்கால வாழ்க்கைக்கு மிகவும் இன்றியமையாதனவாகிவிட்டன. இந்த எஞ்சின்களின் அமைப்பையும், இவை வேலை செய்யும் விதத்தையும்பற்றி நாம் சிறிது கற்கவேண்டியது அவசியம்.

நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாறு : முதன் முதல் நீராவி எஞ்சினை அமைத்தவர் நியூகோமன் என்று கூறலாம். இவரால் அமைக்கப்பட்ட எஞ்சின் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலிருந்து நீரை இறைப்பதற்குப் பம்ப்புகளுடன் உபயோகிக்கப்பட்டது. இந்த எஞ்சினில் நீராவி, பிஸ்டனை ஒரு திசையில்தான் தள்ளும். ஜேம்ஸ் வாட் இந்த எஞ்சினில் ஒரு முக்கியமான சீர்திருத்தம் செய்தார். பிஸ்டனை இரு புறங்களிலும் மாறி மாறி நீராவியே தள்ளும்படி ஒரு நழுவு வால்வு (slide valve) அமைத்ததே இவர் செய்த சீர்திருத்தமாகும். தற்கால ரயில்வே எஞ்சின்களிலும் இந்த அமைப்பைக் காணலாம். வாட் அமைத்த எஞ்சினும்



ஜேம்ஸ் வாட்

நிலையாக ஓரிடத்தில் இருந்து பம்ப்பு போன்ற பிற எந்திரங்களை இயக்கப் பயன்பட்டது. பிறகு **ஸ்டீவன்ஸன்** என்பார் நீராவி எஞ்சினைத் தக்கபடி மாற்றி அமைத்து, தண்டவாளங்களின்மீது வண்டித் தொடர்களை இழுக்கும்படியான நீராவி எஞ்சினை அமைத்தார்.

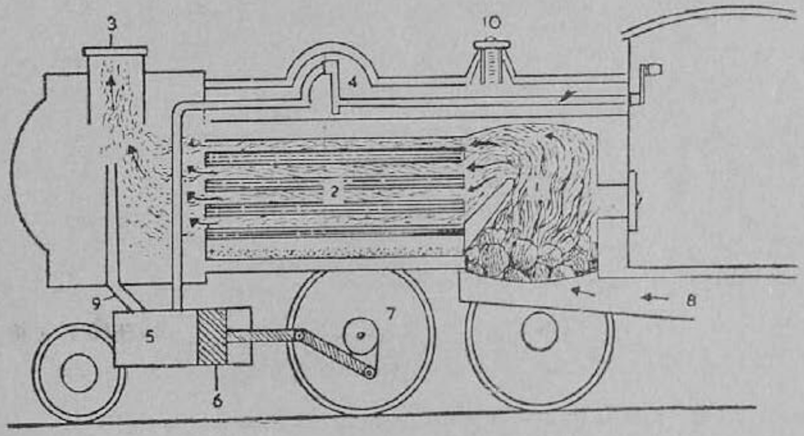
ஆகவே நீராவி எஞ்சின்களில் இருவகை உண்டு. நிலையாக ஓரிடத்தில் இருந்து பிற எந்திரங்களை இயக்கும் **ஸ்திதஎஞ்சின்** (stationary engine) ஒருவகை. மின்சார சக்தி கிடைக்காத இடங்களில் பஞ்சாலைகள், நெசவு ஆலைகள், பம்ப்புகள் முதலியவற்றை இயக்க ஸ்தித எஞ்சின்கள் பயன்படுகின்றன. தண்டவாளங்களிலோ தரைகளிலோ ஓடக்கூடிய **ஊர்தி எஞ்சின்** (locomotive) மற்றொரு வகையாகும். முதல் ஊர்தி எஞ்சினை அமைத்தவர் ஸ்டீவன்ஸனே யாவர்.

நீராவி எஞ்சினில் சக்தி உண்டாகும் விதம்: நீராவி எஞ்சினில் நிலக்கரியோ, பிற எரிபொருளோ எரிந்து வெப்ப சக்தி வெளிப்படுகிறது. இது நீரைக் கொதிக்கச் செய்து நீராவியாக மாற்றுகிறது. சாதாரண அழுத்தத்தில் நீர் 100°C உஷ்ண நிலையில் கொதிக்கும்; அதிலிருந்து வெளிப்படும் நீராவி, நீரைப்போல் சுமார் 1700 மடங்கு கன அளவுடனிருக்கும். மூடப்பட்ட பாத்திரத்தில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தால், அதிலிருந்து வெளிவரும் நீராவி வியாபிக்க இடமில்லாமல், அதன் அழுத்தம் அதிகமாகும். வலிமையான, மூடப்பட்ட ஒரு பாத்திரத்தில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தால், நீராவியின் அழுத்தத்தை மிகவும் அதிகமாகச் செய்துவிடலாம். இந்த அதிக அழுத்தத்தினுல்தான், நீராவி வண்டித் தொடர்களை இழுக்கவோ, பிற எந்திரங்களை இயக்கவோ வேண்டிய சக்தி பெறுகிறது.

நீராவி எஞ்சினின் முக்கிய பாகங்கள்: ஒரு நீராவி எஞ்சினுடைய முக்கிய பாகங்கள்: (1) அடுப்பு, (2) கொதிகலம் (boiler), (3) நீராவிப்பெட்டி (steam chest), (4) சிலிண்டர், (5) சிலிண்டரினுள்ளிருக்கும் பிஸ்டன் (piston), (6) நழுவு வால்வு, (7) சக்கரம்.

கொதிகலத்தின் ஒரு பக்கத்தில் அடுப்பு இருக்கிறது. கொதி

கலத்தின் ஊடே பல குழாய்கள் அமைக்கப்பட்டு, புகைபோக்கி யில் திறக்கின்றன. அடுப்பிலிருந்து வெளியேறும் உஷ்ணக் காற்று இந்தக் குழாய்களின் வழியாகவே புகை போக்கியை அடைகின்றன. ஆகவே கொதிகலத்து நீர் விரைவில் சூடாகிக் கொதிக்கிறது. அப்பொழுது உண்டாகும் நீராவி கொதிகலத் துக்கு மேலுள்ள ஒரு கூண்டுப் போன்ற அமைப்புடைய நீரா



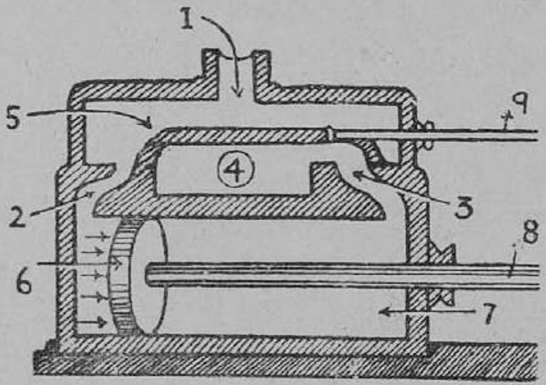
படம் 64. நீராவி எஞ்சின்

1. அடுப்பு, 2. கொதிகலம், 3. புகைப்போக்கி,
4. நீராவிப் பெட்டி, 5. சிலிண்டர், 6. பிஸ்டன்,
7. சக்கரம், 8. காற்றுப் புகும் வழி,
9. நீராவி வெளிப்போகும் வழி, 10 ரட்சை வால்வு

விப் பெட்டியில் சேர்ந்து அதிக அழுத்தத்துடனிருக்கிறது. நீராவி, இங்கிருந்து தொண்டை வால்வு (throttle valve) என்ற பகுதியைத் தாண்டிக்கொண்டு ஒரு குழாய் வழியாக சிலிண்டருக்குச் செல்கிறது. சிலிண்டருக்குள் அனுப்பப்படும் நீராவியின் அளவை, தொண்டை வால்வின் மூலம் அதிகரிக் கவோ குறைக்கவோ செய்யலாம்.

சிலிண்டரின் அமைப்பும், பிஸ்டன் இயங்கும் விதமும்: சிலிண்டரின் அமைப்பை 65-ம் படத்தில் பாருங்கள். இதில் முதலிலுள்ள அறையில் நழுவு வால்வு இயங்குகிறது; மற்ருேர் அறையில் பிஸ்டன் இயங்குகிறது. நழுவு வால்வு அறையி லிருந்து பிஸ்டன் அறைக்கு நீராவி செல்ல இரு வழிகள்

உள்ளன. இவற்றுள் ஒன்றுதான் ஒரு சமயத்தில் திறந்திருக்கும். மற்றொன்று நழுவு வால்வினால் மூடப்பட்டிருக்கும். திறந்துள்ள பாதை வழியாக நீராவி பிஸ்டன் அறைக்குள் சென்று, பிஸ்டனை ஒரு முனையிலிருந்து எதிர் முனைக்குத் தள்ளுகிறது. இப்பொழுது நழுவு வால்வு சட்டென்று நகர்ந்து முதல் பாதையை அடைத்துக் கொண்டு மற்றொன்றைத் திறக்கிறது. இந்தப்



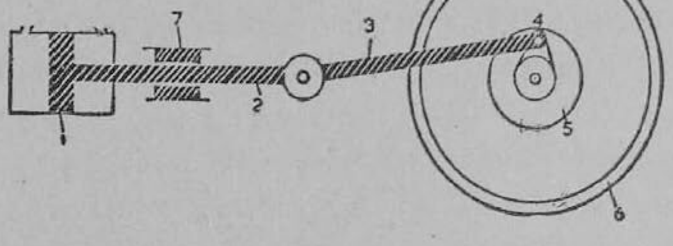
படம் 65. சிலிண்டரின் உள்ளமைப்பு.

1. நீராவி புகும் வழி, 2, 3. பிஸ்டன் அறைக்குள் நீராவி செல்ல இரு வழிகள், 4. சக்தியற்ற நீராவி வெளியேறும் வழி, 5. நழுவு வால்வு, 6. பிஸ்டன், 7. பிஸ்டன் அறை, 8. பிஸ்டன் தண்டு, 9. நழுவு வால்வின் தண்டு.

பாதையின் வழியே செல்லும் நீராவி பிஸ்டனை எதிர்த் திசையில் தள்ளுகிறது. முதலில் பிஸ்டன் அறைக்குள் நுழைந்து பிஸ்டனைத் தள்ளிய பிறகு சக்தியிழந்த நீராவி இப்பொழுது வெளிப்போக்கு குழாய் வழியாகப் புகை போக்கிக்குச் சென்று வெளியேறுகிறது.

பிஸ்டனும் நழுவு வால்வும் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விதம்: பிஸ்டனும் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் தண்டும் (piston rod) முன்னும் பின்னும்தான் அசைகின்றன. இந்த முன்பின் அசைவைச் சுழற்சியாக மாற்றுவதற்கு, பளுவான சக்கரத்துடன் ஒரு **வேற்றுமையச் சக்கரமும்** (eccentric), **கிராங்கும்** (crank) அமைக்கப்பட்டு, கிராங்குத் தண்டுடன் பிஸ்டன் தண்டு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பிஸ்

டனும், பிஸ்டன் தண்டும் முன்னும் பின்னும் நகரும்பொழுது கிராங்குத் தண்டு இயங்கிக் கிராங்கைச் சுற்றுகிறது; இதனால் பளுவான சக்கரம் சுற்றுகிறது.



படம் 66. பிஸ்டன் சக்கரத்துடன் இணைப்பு

1. பிஸ்டன், 2. பிஸ்டன் தண்டு, 3. கிராங்குத் தண்டு, 4. கிராங்கு, 5. வேற்று மையச் சக்கரம் 6. சம இயக்க சக்கரம் 7. ஓட்டி (guide).

வேற்றுமையச் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள நழுவு வால்வு, பிஸ்டன் இயங்குவதற்குத் தக்கபடி சரியான சமயங்களில் முன்னும் பின்னும் நகர்ந்து நீராவி புகும் வழிகளைத் திறந்து மூடுகிறது.

ரட்சை வால்வு: நீராவிப் பெட்டியிலும் கொதிகலத்தில் நீருக்கு மேலும் உள்ள நீராவியின் அழுத்தம் அளவுக்கு மீறி அதிகரித்தால், கொதிகலம் வெடித்துப் போகலாம். அவ்வாறு நிகழாமலிருக்க, ஒரு ரட்சை வால்வு (safety valve) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் நீராவியின் அழுத்தம் அதிகரித்தால், இந்த வால்வு தானாகவே திறந்து நீராவியை வெளிச் செல்லவிடும். நீராவியின் அழுத்தம் குறைந்ததும் வால்வு மூடிக் கொள்ளும். நீராவியின் அழுத்தத்தைத் தெரிந்து கொள்ள ஓர் அழுத்தமானி (pressure gauge) அமைந்திருக்கும்.

ஸ்தித எஞ்சின்களில், பிஸ்டன் தண்டு ஒரு பளுவான சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் இணையும். சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் வார்களினாலும் கப்பிகளாலும் பிற எந்திரங்கள் இணைக்கப்

படும். ஊர்தி எஞ்சின்களில் பிஸ்டன் தண்டு பளுவான பெரிய இயக்கும் சக்கரங்களுடன் இணையும். இவை சுழலும்பொழுது தண்டவாளங்களின்மீது ஓடும்.

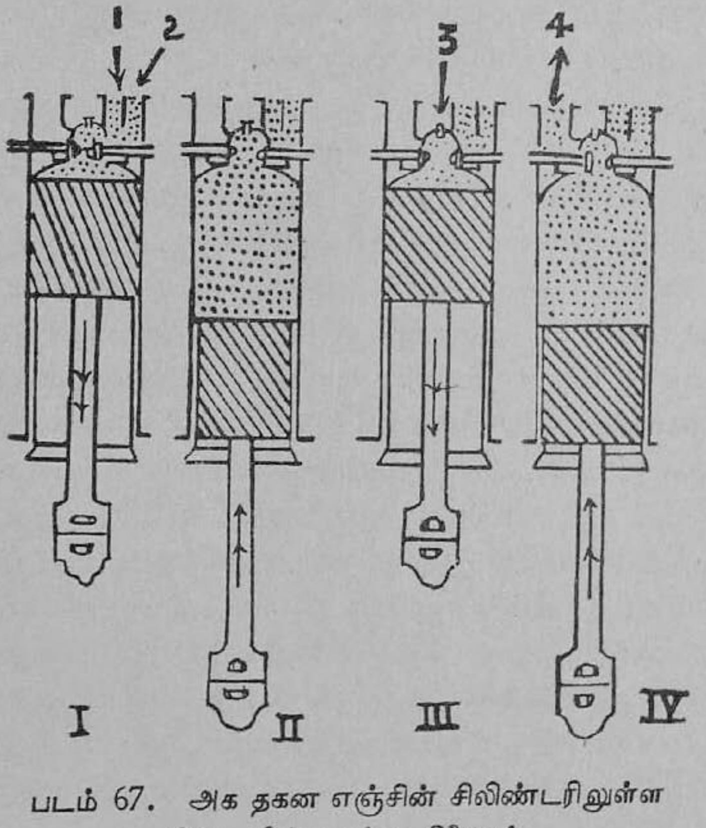
அக தகன எஞ்சின் (internal combustion engine): மோட்டார் வண்டிகளிலும் ஆகாய விமானங்களிலும் அமைத்துள்ள எஞ்சின்களில் பெட்ரோல் எண்ணெய் பயன்படுவது உங்களுக்குத் தெரிந்திருக்கும். இவற்றில் நீராவி உண்டாக்கப் படுவதில்லை. பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் சேர்ந்த கலவை சிலிண்டருக்குள் வெடிக்கப்பட்டு, அப்பொழுது ஏற்படும் வாயுக்களின் அழுத்தத்தினால் பிஸ்டன் தள்ளப்படுகிறது. நீராவி எஞ்சினில், சிலிண்டருக்கு வெளியே கரி எரிக்கப்பட்டு அதிக அழுத்தத்தில் நீராவி உண்டாகிறது; இது சிலிண்டருக்குள் சென்று பிஸ்டனை அழுத்துகிறது. ஆகவே இந்த இரு வகை எஞ்சின்களும் எரிபொருள் எரியுமிடத்தில் வித்தியாசமுள்ளவை. நீராவி எஞ்சினைப் **புறதகன எஞ்சின்** (external combustion engine) என்றும், பெட்ரோல் எஞ்சினை **அகதகன** எஞ்சின் என்றும் சொல்லலாம்.

கார்புரெட்டர்: பெட்ரோல் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது; இந்த ஆவி எரியக் கூடியது. பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவை வெடித்து எரியும். இந்தக் கலவை **கார்புரெட்டர்** (carburettor) என்ற பகுதியில் தயாரிக்கப்படுகிறது. பெட்ரோல் தொட்டியிலிருந்து ஒரு குழாய் வழியாக கார்புரெட்டருக்குப் பெட்ரோல் வரும். எஞ்சினைச் சுற்றினால் இங்கே ஒரு வெற்றிடம் உண்டாகி, பெட்ரோல் ஆவியாகும்; வெளிக் காற்றும் ஒரு குழாய் வழியாக உறிஞ்சப்படும். பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் கலந்து சிலிண்டருக்குச் செல்லும்.

சிலிண்டரும் பிஸ்டனும்: பெட்ரோல் எஞ்சின் சிலிண்டரில், பெட்ரோல் ஆவி-காற்றுக் கலவை உள்ளே வர ஒரு வழி உண்டு; இது **உறிஞ்சு வால்வினால்** (suction valve) மூடப்பட்டிருக்கும். எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேற ஒரு வழியுண்டு; இது **வெளியேற்றும் வால்வினால்** (exhaust valve) மூடப்பட்டிருக்கும். தக்க தருணத்தில் **மின்பொறி** (electric spark) உண்

டாக்க, ஒரு **மின்பொறிக் கருவி** (spark plug) சிலிண்டரின் ஒரு முனையில் இருக்கும். பிஸ்டன் ஒரு தண்டினால், சம இயக்கச் சக்கரத்தின் அச்சுடன் ஒரு கிராங்கின் மூலமாக இணைந்திருக்கும். பிஸ்டன் மேலும் கீழும் செல்லும்பொழுது அச்சு சுழலக் கூடிய விதத்தில் இணைப்பு அமைந்திருக்கும்.

பிஸ்டன் இயங்கும் விதம் : (1) பிஸ்டன் ஒரு தடவை கீழே செல்லுவதோ, அல்லது மேலே செல்லுவதோ ஒரு தாக்கு



படம் 67. அக தகன எஞ்சின் சிலிண்டரிலுள்ள பிஸ்டனின் நான்கு நிலைகள்.
I. உறிஞ்சு தாக்கு II. அழுத்தும் தாக்கு
III. சக்தித் தாக்கு IV. வெளியேற்று தாக்கு
1, 2. பெட்ரோல் ஆவி—காற்றுக் கலவை உட்புகுதல்,
3. மின்பொறி உண்டாதல், 4. எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேறுதல்.

(stroke) என்று சொல்லப்படும். மேலே வந்த பிஸ்டன் கீழே செல்லும்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு திறந்து, பெட்ரோல் ஆவி-

காற்றுக் கலவையை சிலிண்டருக்குள் புகவிடும். (வெளியேற்று வால்வு மூடியிருக்கும்.) இதற்கு உறிஞ்சு-தாக்கு (suction stroke) என்று பெயர். பிஸ்டன் கீழ்முனை வரை செல்லும்.

(2) பிஸ்டன் மறுபடியும் மேலே செல்லத் தொடங்கும் பொழுது உறிஞ்சு வால்வு, வழியை அடைத்துவிடும். முன்னே உள் நுழைந்த வாயுக் கலவை அழுத்துப்பட்டுச் சிறிய இடத்தை அடைத்துக் கொண்டு அதிக அழுத்தத்திலிருக்கும். (வெளியேற்று வால்வும் மூடியிருக்கும்.) இதற்கு **அழுத்தும் தாக்கு** (compression stroke) என்று பெயர்.

(3) பிஸ்டன் மேலே இருக்கும்பொழுது மின்பொறிக் கருவியிலிருந்து ஒரு மின் பொறி உண்டாகி, வாயுக் கலவையை வெடிக்கச் செய்யும். இதனால் புதிய வாயுக்கள் உண்டாகின்றன ; அதிக அளவு வெப்பமும் வெளிப்படுகிறது. ஆகவே இவ்வாயுக்களின் அழுத்தம் முன்னிருந்ததைவிடப் பன்மடங்காகி, பிஸ்டனைப் பலமாகக் கீழே தள்ளுகின்றன. சம இயக்க சக்கரத்தைச் சுற்றுவதற்காக விசை இந்தத் தாக்கில்தான் கிடைக்கிறது. ஆகவே இதற்குச் **சக்தித் தாக்கு** (power stroke) என்று பெயர். (இப்பொழுது இரு வால்வுகளும் மூடியிருக்கும்.)

(5) கீழே வந்த பிஸ்டன் மறுபடியும் மேலே ஏறும்பொழுது வெளியேற்றும் வால்வு திறக்கிறது. எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேறுகின்றன. (இப்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு மூடியிருக்கும்.) இதற்கு **வெளியேற்று தாக்கு** (exhaust stroke) என்று பெயர்.

மறுபடியும் பிஸ்டன் கீழே இறங்கத் தொடங்கும்பொழுது உறிஞ்சு வால்வு திறந்து, வாயுக் கலவை சிலிண்டருக்குள் புகுகிறது. முன்போல் நான்கு தாக்குகளும் மாறி மாறி ஏற்படுகின்றன.

ஒரே சிலிண்டருள்ள எஞ்சினுக இருந்தால், அதன் பிஸ்டன் இரண்டு தடவை கீழும் இரண்டு தடவை மேலும் செல்லும் பொழுது (சம இயக்க சக்கரம் இரு தடவை சுற்றும்பொழுது) ஒரு தடவைதான் சக்தி பெறுகிறது. பிஸ்டனின் பிற அசைவுகள் நடைபெறுவதற்குச் சம இயக்க சக்கரம் சுற்றிக்கொண்டிருப்பதே காரணம். சம இயக்க சக்கரம் அதிகப் பளுவான

தாக இருந்தால் தான், பிஸ்டனது அசைவுகள் தடைபடாமல் நடைபெற முடியும். நான்கு தடவை அசையும்பொழுது ஒரு தடவைதான் சக்தி பெறும் காரணத்தினுல், இந்த எஞ்சினுக்கு **நான்கு சைக்கிள்** எஞ்சின் (four cycle engine) என்ற ஒரு பெயருமுண்டு.

பெட்ரோல் எஞ்சினுடைய சக்தியை அதிகப்படுத்துவதற்கு அதிலுள்ள சிலிண்டர்களின் எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்து கிருர்கள். எல்லா சிலிண்டர்களும் ஒரே சம இயக்க சக்கரத் தின் அச்சில் தகுந்த விதத்தில் இணைக்கப்படும். இரண்டு சிலிண்டர் எஞ்சினுக இருந்தால், சக்கரம் ஒரு தடவை சுற் றும்பொழுது, ஒரு தடவை சக்தி பெறும். நான்கு, ஆறு, எட்டு என்று இவ்வாறு சிலிண்டர்களை அதிகமாக்கினுல், சம இயக்க சக்கரம் ஒரு தடவை சுற்றுவதற்குள் முறையே இரண்டு, மூன்று, நான்கு தடவைகள் சக்தி பெறும்; ஆகவே எஞ்சின் அதிகத் திறனுடன் வேலை செய்யும்.

பாட்டரி: பெட்ரோல் எஞ்சினில் மின்பொறி உண்டாவ தற்கு மின்சார பாட்டரி தேவை. இதற்காக மோட்டார் வண்டி களில் ஒரு பாட்டரி வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கேள்விகள்

1. நீராவி எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வரலாற்றைச் சுருக்கிக் கூறுக.
2. இருவகை நீராவி எஞ்சின்கள் யாவை? அவற்றின் வித்தியாசம் என்ன?
3. நீராவி எஞ்சினில் சக்தி எவ்வாறு உண்டாகிறது?
4. நீராவி எஞ்சினுடைய முக்கிய பாகங்கள் யாவை?
5. சிலிண்டர் என்ற பகுதியின் படம் வரைக; பாகங்களின் பெயர் களைக் குறி.
6. நீராவி, பிஸ்டனை முன்னும் பின்னும் எவ்வாறு தள்ளுகிறது? நழுவு வால்வின் வேலையை விளக்குக.
7. ரட்சை வால்வின் வேலை என்ன?
8. பெட்ரோல் எஞ்சினுக்கு அகதகன எஞ்சின் என்ற பெயர் எவ் வாறு பொருந்தும்?
9. பெட்ரோல் எஞ்சினுடைய நான்கு சைக்கிள் இயக்கத்தை விவரி.
10. பெட்ரோல் எஞ்சினில் ஒன்றுக்கு அதிகமான சிலிண்டர்களை ஏன் அமைக்கிருர்கள்?

14. சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல்

(ஒளி பிரதிபலித்தல்—பெரிஸ்கோப்பும் கலைடோஸ்கோப்பும்.)

ஒளியும் வாழ்க்கையும்: ஒளி என்பது சக்தியின் ஓர் உருவம்; இது நம் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதது. இந்தச் சக்தி நம் கண்களில் புகுந்து அங்குள்ள நரம்புகளைப் பாதித்து, நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களை நாம் காணும்படி செய்கிறது. ஆகவே, ஒளியின் இயல்புகளை நாம் அறிய வேண்டுவது அவசியம்.

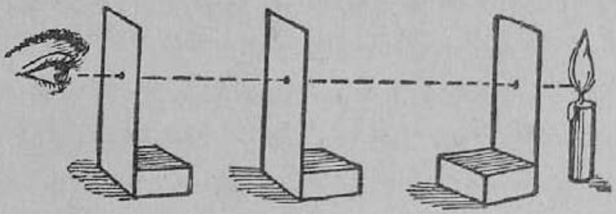
ஒளி தரும் பொருள்கள்: சில பொருள்கள் தாமே ஒளி கொடுக்கின்றன. சூரியன், நட்சத்திரங்கள், விளக்குகள் முதலியன ஒளிக்குப் பிறப்பிடமாயிருப்பதால், இவற்றை **ஒளிரும் பொருள்கள்** (luminous bodies) என்கிறோம். பிற பொருள்களை நாம் பார்ப்பதற்கு, ஒளிரும் பொருள்களிலிருந்து வரும் ஒளியே காரணமாயுள்ளது. தாமே ஒளி தராத பொருள்களை **ஒளிராப் பொருள்கள்** (non-luminous bodies) என்று கூறலாம்.

சந்திரன், கிரகங்கள் போன்ற வான கோளங்கள் தாமே ஒளி தருவதில்லை; சூரியனிடமிருந்து வரும் ஒளி அவற்றின் மீது விழுந்து, அந்த ஒளி திருப்பப்பட்டு நம் கண்களை அடைகின்றது. ஆகவே சந்திரனும், கிரகங்களும் ஒளிராப் பொருள்களே. பூமியிலுள்ள பொருள்களில் விளக்குகளையும் வேறு சில பொருள்களையும் தவிர, மற்றப் பொருள்களெல்லாம் ஒளிராப் பொருள்களே.

ஒளியின் நேர்கோட்டு வியாபனம்: ஒளி ஒரு பொருளிலிருந்து புறப்பட்டு, காற்று, கண்ணாடி போன்ற பொருள்களின் வழியே பரவும்பொழுது நேர்கோட்டுப் பாதையிலேயே செல்லுகிறது. இதை ஒளியின் நேர்கோட்டு வியாபனம் (rectilinear propagation) என்று சொல்லுவார்கள். பல இயற்கை நிகழ்ச்சிகளும் பரிசோதனைகளும் இதை நிரூபிக்கின்றன.

மூன்று நிலைக்குத்தான அட்டைகளில் ஒரே உயரத்தில் சிறு துளைகளிட்டு ஒரு விளக்குக்கு முன் நிறுத்து. மூன்றுவது

அட்டையின் பின்புறம் நின்றுகொண்டு விளக்கைப் பார். துளைகள் நேர்கோட்டில் இருந்தால் விளக்கைப் பார்க்கலாம். ஒரு அட்டை சிறிது விலகியிருந்தாலும் விளக்கு புல



படம் 68. ஒளிக்கிரணத்தின் நேர் கோட்டு வியாபனம்

னுவதில்லை. இது ஒளியின் நேர்கோட்டு வியாபனத்தை நிரூபிக்கும் ஒரு பரிசோதனை.

ஒளிரும் பொருள்களுக்கு முன் ஒளியைத் தடை செய்யும் ஒரு பொருள் இருந்தால் நிழல் (shadow) ஏற்படுகிறது. பொருள்களுக்கு நிழல்கள் ஏற்படுவதற்குக் காரணம் ஒளியின் நேர்கோட்டு வியாபனமேயாகும்.

இயற்கையில் சூரியகிரகணமும், சந்திரகிரகணமும் ஏற்படுவதற்கு, முறையே சந்திரனின் நிழலும், பூமியின் நிழலுமே காரணங்களாம். இவை எப்படி ஏற்படுகின்றன என்பதைப் படம் வரைந்து காட்டு.

ஒளிக்கற்றை : ஒளி செல்லும் ஒரு நேர்கோட்டுப் பாதைக்கு **ஒளிக் கிரணம்** அல்லது **ஒளிக் கதிர்** (ray of light) என்று பெயர். பல கிரணங்கள் சேர்ந்த தொகுதிக்கு **ஒளிக் கற்றை** (beam of light) என்று பெயர்.

ஓர் ஒளிக் கற்றையிலுள்ள கிரணங்கள் ஒருபோகு கோடுகளாக அமைந்திருந்தால், அது ஒருபோகு கற்றை (parallel beam) எனப்படும். சூரிய கிரணக் கற்றையை ஒருபோகு கற்றைக்கு உதாரணமாகக் கூறலாம். ஓர் ஒளிக் கற்றை ஒரு புள்ளியிலிருந்து தொடங்கி விரிந்து சென்றால் அது **விரிகற்றை** (diverging beam) என்று சொல்லப்படும். ஒரு கற்றையிலுள்ள கிரணங்கள் குவிந்து ஒரு புள்ளியில் சந்தித்தால் அது **ஒருங்கு கற்றை** (converging beam) எனப்படும்.

ஒளியின் வேகம் : ஒளி பரவுதல் ஒரு குறித்த வேகத்தில் தான் நடைபெறுகிறது என்பதையும், ஒளியின் வேகத்தையும் விஞ்ஞானிகள் பரிசோதனைகள் மூலமாகக் கண்டுபிடித்துள் ளார்கள். ஒளியின் வேகம் ஒரு செகண்டு (நொடி)க்கு 1,86,000 மைல் ஆகும். இது மெட்ரிக் முறை அளவில் ஒரு செகண்டுக்கு 30,000,0000 மீட்டர் ஆகிறது. எங்கும் பரவியுள்ள ஈதர் என்ற ஒரு சூட்சுமமான பொருளில், நுட்பமான அலை உருவத்தில், ஒளி பரவுகிறதென்பது ஒளியைப் பற்றிய கருத்தாகும்.

ஊடகங்கள் : ஒளி பரவக்கூடிய பொருள்களை **ஒளி புகும் பொருள்கள்** (transparent substances) என்றும், ஒளியைத் தடை செய்யும் பொருள்களை **ஒளி புகாப் பொருள்கள்** (opaque substances) என்றும் சொல்வார்கள். ஒளி புகுந்து செல்லக் கூடிய பொருளுக்கு **ஊடகம்** (medium) என்ற ஒரு பெயரும் உண்டு. காற்று, நீர், கண்ணாடி, வெற்றிடம் (ஈதர்) போன்ற பொருள்கள் ஒளிபுகும் ஊடகங்கள் ஆகும். கல், மண், மரக் கட்டை, பாதரசம் போன்ற பொருள்கள் ஒளிபுகாப் பொருள்க ளாகும்.

தேய்த்த கண்ணாடி (ground glass), எண்ணெய் தடவிய காகிதம் போன்ற பொருள்களின் வழியே சிறிதளவு ஒளி செல்லும்; ஆனால் இவற்றின் மறுபுறத்திலுள்ள பொருள் தெளிவாகத் தெரியாது. இத்தகைய ஒரு பொருளுக்கு **ஒளி கசியும் பொருள்** (translucent substance) என்று பெயர்.

ஒரு பொருளின்மீது விழும் ஒளிக் கிரணங்களுக்கு ஏற் படக்கூடிய விளைவுகள் : ஒரு பொருளின்மீது சூரிய ஒளிக் கிரணம் விழுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அக்கிரணம் என்ன ஆகிறது? பொருளின் இயல்புக்குத் தக்கபடி, ஒளிக்கிரணம் வெவ்வேறு விதமான மாறுதல்களை அடையலாம்.

(1) முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி, பளபளப்பான உலோகத் தகடு போன்ற ஒரு பொருளின்மீது ஒளிக்கிரணம் விழுந்தால், அது வந்த ஊடகத்திலேயே ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் திருப்பி யனுப்பப்படுகிறது. இதற்குப் **பிரதிபலித்தல்** (reflection) என்று பெயர்.

(2) கல், மண் போன்ற பொருள்களின்மீது விழும் ஒளிக் கிரணம், வந்த ஊடகத்திலேயே நாலா பக்கங்களிலும் திருப்பி யனுப்பப்படும். இதற்குச் சிதறல் (scattering) என்று பெயர். இதை ஒழுங்கற்ற பிரதிபலித்தல் (irregular reflection) என்றும் சொல்வர்.

(3) கண்ணுடி, நீர் போன்ற பொருள்மீது விழும் ஒளிக் கிரணங்களில் பெரும்பகுதி அப்பொருளின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும். இவ்வாறு செல்லும்பொழுது, ஒளிக் கிரணத்தின் திசை மாறக்கூடும். இந்த நிகழ்ச்சிக்கு விலகல் அல்லது ஒளி முறிவு (refraction) என்று பெயர்.

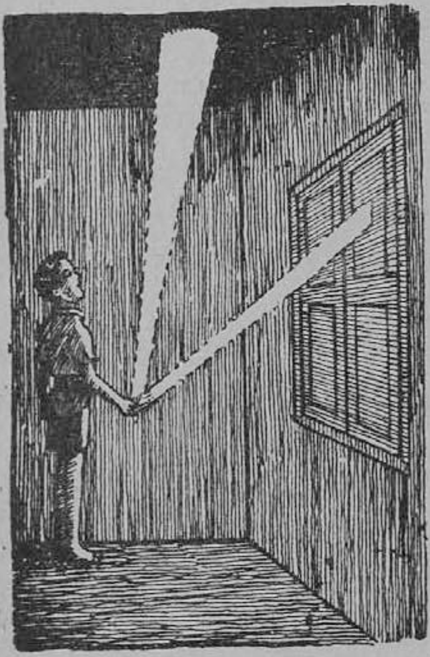
(4) பொருள்களின்மீது விழும் ஒளிக்கிரணம் முழுதுமோ அல்லது ஒரு பகுதியோ உட்கிரகிக்கப்படலாம். இந்த நிகழ்ச் சிக்கு உட்கிரகித்தல் (absorption) என்று பெயர்.

பெரும்பான்மையான பொருள்களில் மேற்கூறிய விளைவு களில் இரண்டும் இரண்டுக்கு மேற்பட்டும் சேர்ந்தே நிகழும். ஒரு கண்ணுடிப் பலகையின் மீது விழும் ஒளிக் கிரணத்தில் ஒரு சிறு பகுதி பிரதிபலிக்கப்படுகிறது ; மற்றொரு சிறு பகுதி சிதறப் படுகிறது ; பெரும்பகுதி ஊடுருவிச் செல்கிறது.

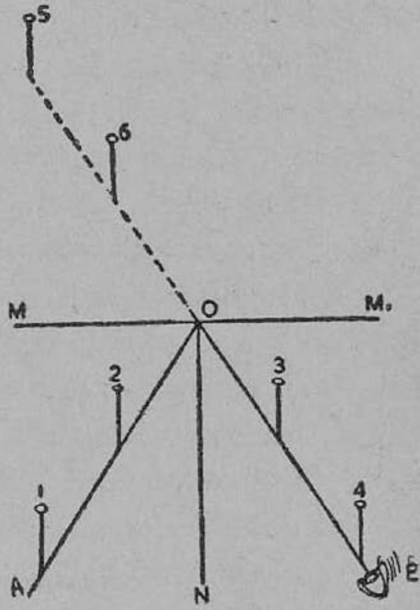
சமதள ஆடி : ஒளி பிரதிபலிக்கக்கூடிய பரப்பை ஆடி (mirror) என்று சொல்லலாம். பரப்பு சமதளமாக இருந்தால், அதற்குச் சமதள ஆடி (plane mirror) என்று பெயர். மெரு கிடப்பட்ட உலோகத் தகடுகள், வெள்ளியோ பாதரசமோ பூசப் பெற்ற கண்ணுடித் தகடுகள் எல்லாம் சமதள ஆடிகளாகும். முகம் பார்க்கும் ஆடியும் சோதனைச்சாலையில் பயன்படுத்தும் சமதள ஆடியும் கண்ணுடித் தகடுகளால் செய்யப் பெற்று, வெள்ளி அல்லது பாதரசம் பூசப்பட்டவை.

சமதள ஆடியின்மீது சூரியகிரணம் பிரதிபலித்தல் : ஒரு முகம் பார்க்கும் ஆடியைச் சூரியகிரணத்தில் பிடி ; அதிலிருந்து பிரதிபலித்து வரும் கிரணத்தை வீட்டின் அறைக் குள் விழச் செய். பிரதிபலித்த கிரணக் கற்றை விழுமிடத்தில் மிகவும் பிரகாசமாயிருக்கிறது. ஆடியைத் திருப்பு; பிரதி பலித்த கிரணம் செல்லும் திசையும் மாறுவதைப் பார். ஆடியில்

கிரணம் விழும் திசைக்குத் தகுந்தபடி பிரதிபலித்த கிரணம் செல்லும் திசையும் மாறுகிறது.



படம் 69.
சமதள ஆடியில் சூரிய ஒளிக் கற்றை பிரதிபலித்தல்



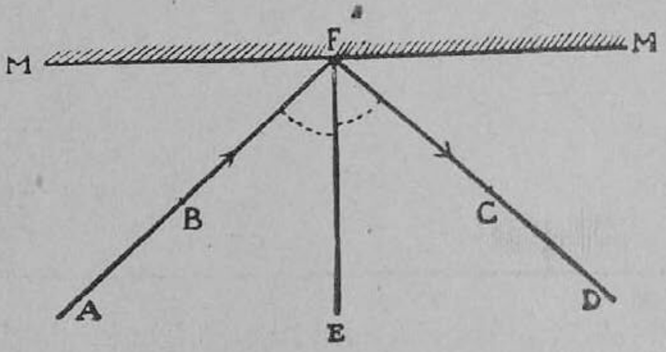
படம் 70. சமதள ஆடியில் பிரதிபலித்தல் விதியைச் சரிபார்த்தல்

MM-சமதள ஆடி
ON-லம்பம், E-கண்
1, 2, 3, 4-குண்டூசிகள்
5, 6-குண்டூசிகளின் பிம்பங்கள்

பரிசோதனை: சுமார் ஓர் அங்குல அகலமும் நாலைந்து அங்குல நீளமும் உள்ள ஒரு சமதள ஆடியை, ஒரு செவ்வக மரக்கட்டையுடன் ஒட்ட வைத்து, அதை மேஜைமீது விரிக்கப் பட்ட ஒரு காகிதத்தில் நிறுத்து. இரண்டு குண்டூசிகளை ஆடியின் முன்னே காகிதத்தில் குத்தி நிறுத்து. குண்டூசிகளைச் சேர்க்கும் நேர்கோடு ஆடிமீது சாய்வாக விழவேண்டும். ஆடியினுள் குண்டூசிகளின் பிம்பங்கள் தெரிவதைப் பார். ஆடியின் அருகே

யுள்ள பிம்பம், அதற்குப் பின்னுள்ள பிம்பத்தை மறைக்குமாறு கண்ணை வைத்துக்கொண்டு அதே நேர்கோட்டில் வேறு இரண்டு குண்டூசிகளை ஆடிக்கு முன் குத்தி நிறுத்து. இந்த இரண்டு குண்டூசிகளும், முதலில் குத்திய குண்டூசிகளின் பிம்பங்களும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கவேண்டும்.

ஆடியின் தளத்தை ஒட்டி ஒரு நேர்கோடு இழு. *A*, *B* என்ற குண்டூசிகளையும், *C*, *D* என்ற குண்டூசிகளையும் தனித்



படம் 71. சமதள ஆடியில் ஒளிக்கிரணம் பிரதிபலித்தல்
MM-சமதள ஆடி, AB-படுகிரணம், CD-மீள்கிரணம், FE-லம்பம்

தனி நேர்கோடுகளால் சேர். இந்த நேர்கோடுகளை ஆடியின் பக்கமாக நீட்டிவிடு. இவை ஆடியின் தளத்தில் F என்ற புள்ளியில் சந்திக்கும்.

AB என்ற கோடு ஆடியில் படும் ஒளிக் கிரணத்தைக் குறிக்கும். இதற்குப் **படுகிரணம்** (incident ray) என்று பெயர். F என்ற புள்ளிக்குப் படுதானம் (point of incidence) என்று பெயர். இந்தப் புள்ளியில் ஆடியின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு நேர்கோடு இழு. இதற்கு **லம்பம்** (normal) என்று பெயர். *CD* என்ற கோடு, **பிரதிபலித்த கிரணம்** (reflected ray) ஆகும்.

படுகிரணத்திற்கும் லம்பத்திற்கும் இடையில் உள்ள கோணத்தை அள. இதற்குப் **படுகோணம்** (angle of incidence) என்று பெயர். இதேபோல் பிரதிபலித்த கிரணத்திற்கும்

லம்பத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை அள. இது **பிரதிபலி கோணம்** அல்லது **மீள்கோணம்** (angle of reflection) ஆகும். இந்த இரு கோணங்களும் சமமாயிருப்பதைப் பார்.

குண்டூசிகளை வெவ்வேறு சாய்வுக்கோடுகளில் குத்தி நிறுத்தி இச்சோதனையை நாலைந்து தடவை திரும்பச் செய். கோண அளவுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து.

சோதனை எண்	படுகோணம் $\angle i$	மீள் கோணம் $\angle r$
1	30°	30°
2	42°	41·5°
3	51°	51°
4	64°	65°

மேலே அட்டவணையில் காட்டியதுபோல் படுகோணமும் மீள்கோணமும் அனேகமாகச் சமமாயிருக்கும்.

இச்சோதனையில் ஒரே உயரமுள்ள குண்டூசிகளை உபயோகித்தால், குண்டூசிகளின் தலைகளும் பிம்பங்களின் தலைகளும், ஒரே தளத்தில் இருப்பதைக் காணலாம். ஆகவே படுகிரணம், லம்பம், மீள்கிரணம் ஆகிய மூன்றும் ஒரே தளத்தில் இருக்கின்றன என்று அறியலாம். படுகிரணமும் மீள்கிரணமும் லம்பத்திற்கு எதிர்ப்பக்கங்களில் இருக்கின்றன.

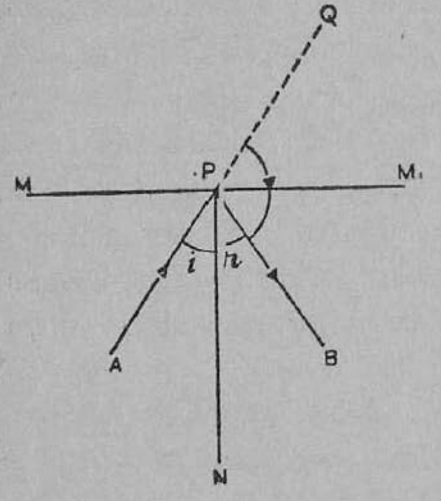
பிரதிபலித்தல் விதிகள் : (1) படுகோணமும் மீள்கோணமும் சமம்.

(2) படுகிரணமும், லம்பமும், மீள்கிரணமும் ஒரே சம தளத்தில் இருக்கின்றன.

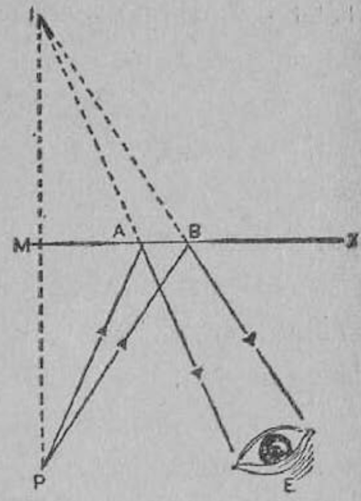
பிரதிபலிக்கும்பொழுது ஏற்படும் திசைமாற்றம் : ஒரு கிரணம் பிரதிபலித்தலினுல் தனது திசைமாறி, வேறொரு திசையில் செல்லுகிறது. கிரணம் திரும்பிய கோணத்திற்குத் **திசைமாற்றக் கோணம்** (angle of deviation) என்று பெயர். 72-ம் படத்தைப் பார்த்தால், படுகோணத்திற்கும் திசைமாற்றக்

கோணத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தம் எளிதில் புலப்படும். திசை மாற்றக் கோணத்தை D என்று வைத்துக்கொண்டால்,

$$D = 180 - 2\angle i$$



படம் 72. சமதள ஆடியில் கிரணத்தின் திசை மாற்றம்
MM_1 ஆடி, APQ-படுகிரணப் பாதை
PB-மீள் கிரணம், PN-லம்பம்



படம் 73. சமதள ஆடியில் பிம்பத்தைக் கண்டுபிடித்தல்
M-ஆடி, E-கண்,
I-பிம்பம், PA, PB—படு கிரணங்கள்

சமதள ஆடியில் பிரதிபலித்தல் காரணமாக உண்டாகும் விளைவு: சமதள ஆடிக்குமுன் ஒரு குண்டூசி நிறுத்தப் பட்டிருந்தால், அதிலிருந்து புறப்படும் கிரணங்கள் ஆடியில் விழுந்து பிரதிபலிக்கின்றன. பிரதிபலித்த கிரணங்களை ஆடிக்குப் பின்புறம் நீட்டிவிட்டால், அவை எல்லாம் ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. அந்த இடத்திலிருந்து அவை புறப் படுவதுபோல் காணப்படுகின்றன. இக்கிரணங்களில் சில நம் கண்ணில் விழுந்து, ஆடிக்குப் பின்புறம் ஒரு குண்டூசி இருப்பது போன்ற தோற்றத்தைத் தருகின்றன. இந்தத் தோற்றத்திற்குப் **பிம்பம்** (image) என்று பெயர்.

பிம்பங்களின் வகைகள்: சமதள ஆடிக்குமுன் நாம் நின்றால், ஆடிக்குப்பின் நமது பிம்பம் தெரிகிறது. ஆடிக்குப்பின்

ஒரு திரையை வைத்தால், அதில் நமது பிம்பம் ஏதும் விழுவதில்லை. சினிமாத் திரையில் நாம் காண்பதும் பிம்பங்களே; ஆனால் அவை திரையில் பிடிக்கக் கூடிய பிம்பங்கள். ஆகவே பிம்பங்களில் இருவகை உண்டு. திரையில் பிடிக்கக் கூடிய பிம்பம், **நிஜ பிம்பம்** (real image) என்றும், திரையில் பிடிக்க முடியாத பிம்பம், **மாய பிம்பம்** (virtual image) என்றும் சொல்லப்படும். ஒளிக் கிரணங்கள் பிரதிபலித்தல் அல்லது விலகல் காரணமாகத் திசைமாறி ஒரு திரையில் சந்தித்தால், நிஜ பிம்பம் ஏற்படும். ஒளிக் கிரணங்கள் பிரதிபலித்தல் அல்லது விலகல் காரணமாகத் திசைமாறி, பின்புறம் நீட்டி விடும்பொழுது சந்தித்தால் மாய பிம்பம் ஏற்படும். சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் மாய பிம்பமாகும்.

சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் தூரம்: ஒரு சமதள ஆடியின் முன்னே ஒரு குண்டூசியை நிறுத்து. அதிலிருந்து புறப்பட்டு ஆடியில் பிரதிபலித்த கிரணங்களில் இரண்டு கிரணங்களைக் குண்டூசிகளின் உதவியால் வரை. இந்த இரண்டு மீள் கிரணங்களையும் ஆடிக்குப் பின்புறம் நீட்டிவிடு. (படம் 73.) அவை சந்திக்கும் புள்ளிதான் குண்டூசியின் பிம்பத்தின் இருப்பிடம். ஆடிக்குமுன் குண்டூசியின் தூரத்தையும், ஆடிக்குப்பின் பிம்பம் இருக்கும் தூரத்தையும் அள. இவை சமமாயிருப்பதைப் பார். குண்டூசியின் தூரத்தை மாற்றி, இதேபோல் மேலும் இரண்டு அல்லது மூன்று சோதனைகள் செய். அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து:

சோதனை எண்	ஆடியிலிருந்து குண்டூசியின் தூரம்	ஆடியிலிருந்து பிம்பத்தின் தூரம்
1	4 செ. மீ.	3·9 செ. மீ.
2	......	......
3	......	......

இந்த அட்டவணையிலிருந்து ஒரு சமதள ஆடியில் ஆடிக்கு முன் பொருள் எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறதோ அதே

தூரத்தில் ஆடிக்குப்பின் பிம்பம் இருக்கிறது என்று அறிகிறோம்.

சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பத்தின் இயல்புகள் :

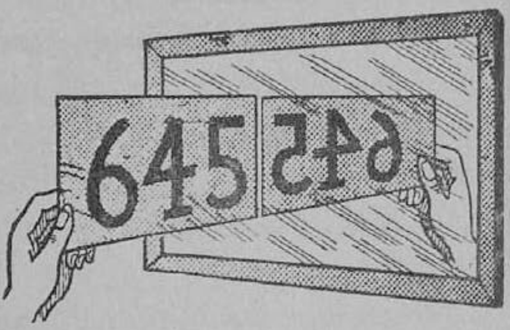
(1) சமதள ஆடியில் தோன்றும் பிம்பம் மாயபிம்பம்.

(2) பொருளும் பிம்பமும் முறையே ஆடிக்கு முன்னும் பின்னும் சமதூரத்தில் இருக்கின்றன.

(3) பொருளும் பிம்பமும் சம அளவாயிருக்கின்றன.

(4) பிம்பம் நேரான பிம்பமாயிருக்கிறது.

(5) பொருளின் வலப்பக்கம் பிம்பத்தின் இடப்பக்கமாக மாறித் தெரிகிறது. இதற்கு இடவல மாற்றம் (lateral inversion) என்று பெயர். 74-ஆம் படத்தைப் பார்.



படம் 74. சமதள ஆடியில் பிம்பத்தின் இட வல மாற்றம்.

சில பிரதிபலித்த கிரணங்கள் : (1) ஒரு படுகிரணம் ஆடியில் செங்குத்தாக விழுந்தால், அதன் படுகோணம் பூஜ்யம். அதாவது, படுகிரணமும் படுதானத்தில் வரையப்படும் லம்பமும் ஒன்றுகி விடுகின்றன. ஆகவே மீள்கோணமும் பூஜ்யமாக இருக்கும். இந்தப் படுகிரணம் ஆடியில் பிரதிபலித்த பிறகு, தான் வந்த வழியாகவே எதிர்த்திசையில் செல்லும். (2) படுகோணம் 45° இருக்கும்படியாக ஆடியில் விழும் கிரணம் பிரதிபலித்த பிறகு படுகிரணத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும். ஏனெனில், மீள் கோணமும் 45° இருக்கவேண்டும். எனவே படுகிரணத்திற்கும் மீள்கிரணத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணம்$=45°+45°=90°$. ஒரு சமதள ஆடியை நிலக்குத்து திசைக்கு 45° சாய்வாகப் பிடித்து, அதில் கிடையாக ஒரு ஒளிக்கிரணம் விழுந்தால், பிரதிபலித்த கிரணம் நிலக்குத்தாகச் செல்லும்.

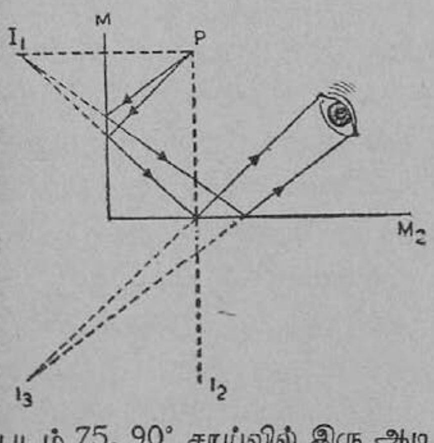
சாய்ந்த இரு ஆடிகள்: இரண்டு ஆடிகளை ஒன்றுக்கொன்று சாய்வாக அமைத்து, அவற்றின் இடையே ஒரு பொருளை வைத்தால், ஆடிகளில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பிம்பங்கள் தெரிகின்றன. ஆடிகளுக்கு இடையேயுள்ள கோணத்தைக் குறைத்தால், பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. ஒவ்வொரு ஆடியிலும் ஒரு தடவை பிரதிபலித்த கிரணம் நம் கண்ணில் விழுவதால் முதல் இரண்டு பிம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு ஆடியில் பிரதிபலித்த கிரணம் இரண்டாவது ஆடியில் விழுந்து மற்றொரு தடவை பிரதிபலித்தபின் நம் கண்ணில் விழுவதால், இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பிம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு அடுக்குப் **பிரதிபலித்தல்** என்று பெயர்.

ஆடிகளை வெவ்வேறு கோணச் சாய்வுகளில் வைத்து. இடையே ஒரு மெழுகுவர்த்தி சுவாலையை வைத்து, பிம்பங்களின் எண்ணிக்கைகளைக் கவனி. சாய்வு 90° இருக்கும்போது 3 பிம்பங்களும், 60° இருக்கும்பொழுது 5 பிம்பங்களும் தெரியும்.

ஆடிகளின் இடைக் கோணம் A என்றும், பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை N என்றும் கொண்டால்,

$$N = \frac{360}{A} - 1.$$

இந்த வாய்பாட்டிலிருந்து எந்தச் சாய்வுக்கும் உரிய பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.



படம் 75. 90° சாய்வில் இரு ஆடிகளில் தோன்றும் பிம்பங்கள்
M, M_2—ஆடிகள் P-குண்டூசி
I_1, I_2, I_3—பிம்பங்கள்

90° சாய்ந்துள்ள ஆடிகளில் மூன்றாவது பிம்பம் எவ்வாறு தெரிகிறது என்பதை 75-ம் படத்தில் பார். ஆடிகள் சந்திக்கும் புள்ளியை மையமாகவும், இந்தப் புள்ளியிலிருந்து பொருளின் தூரத்தை ஆரமாகவும் கொண்டு ஒரு வட்டம் வரைந்தால்,

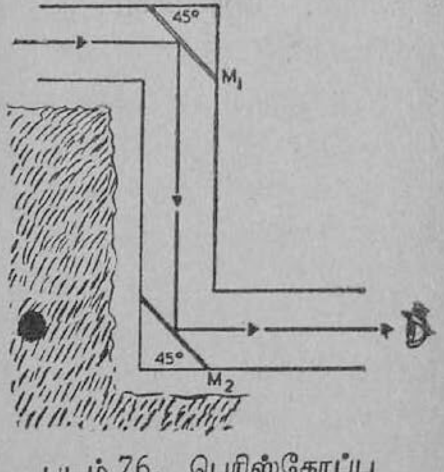
அதில் பிம்பங்களும் பொருளும் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம்.

சமதள ஆடிகளின் உபயோகங்கள் : (1) சமதள ஆடிகள் முகம் பார்க்கும் ஆடிகளாகப் பயன்படுகின்றன. பெரிய நிலைக் கண்ணாடிகளில் நம் முழு உருவத்தையும் காணலாம்.

(2) மோட்டார் ஓட்டியின் அருகே பின்புறம் வரும் வண்டிகளைப் பார்ப்பதற்குச் சமதள ஆடியையும் பயன்படுத்தலாம்.

(3) இடம் வலம் மாறிய எழுத்துக்களைப் படிப்பதற்கு அவற்றைச் சமதள ஆடியின் முன்னே நிறுத்தினால், அவை மற்றொரு தடவை இடம் வலம் மாறுவதால் சரியாகத் தெரியும்.

(4) **எளிய பெரிஸ்கோப்பு** (simple periscope) என்ற கருவியில் சமதள ஆடிகள் பயன்படுகின்றன. இவை ஒரு நிலைக்குத்தான குழாயில் ஒன்றையொன்று நோக்கிக் கொண்டும், கிடைமட்டத்திற்கு 45° சாய்விலும் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. மேலேயுள்ள ஆடியில் கிரணங்கள் விழ ஒரு திறப்பு உள்ளது. கீழே உள்ள ஆடிக்குள் பார்ப்பதற்கு ஒரு திறப்பு உள்ளது. நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களில் பெரிஸ்கோப்பு உண்டு. கப்பல் நீரில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது, பெரிஸ்கோப்பு மட்டும் நீர் மட்டத்துக்குமேல் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். தூரத்திலுள்ள ஒரு படகு அல்லது கப்பலிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் பெரிஸ்கோப்பின் மேல் ஆடியில் பட்டுப் பிரதிபலித்து கீழ் நோக்கி வரும். இங்கு இரண்டாவது ஆடியில் மறுபடியும் பிரதிபலித்து, பார்ப்பவர் கண்ணில் விழும். இவ்வாறே ஆழமான ஒரு குழியிலுள்ளவர் பெரிஸ்கோப்பின் உதவியால் தரைமேல் உள்ள பொருள்களைப் பார்க்கலாம்.



படம் 76. பெரிஸ்கோப்பு
M_1, M_2—சமதள ஆடிகள்

(5) **கலைடோஸ்கோப்பு** (kaleidoscope) : இது ஒரு

விளையாட்டுக் கருவி. இதில் ஒரே அளவான மூன்று செவ்வகக் கண்ணாடித் தகடுகள், ஒரு பிரிசம்போல் இணைக்கப்பட்டு ஒரு குழாய்க்குள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். குழாயின் ஒரு முனையில் இரண்டு வட்டக் கண்ணாடித் தகடுகளை ஒரு பெட்டிபோல் செய்து இடையே சில வர்ணக் கண்ணாடித் துண்டுகளை அமைத்துப் பொருத்தியிருக்கும். மற்றொரு முனை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டினால் மூடப்பட்டிருக்கும். இந்த முனைவழியாகப் பார்த்தால், வர்ணக் கண்ணாடித் துண்டுகளும், அவற்றின் பிம்பங்களும் ஓர் அழகிய கோலம்போல் தோன்றும். கருவியைத் திருப்பினால், கண்ணாடித்துண்டுகள் இடம் மாறி வேறொரு கோலம் அமையும்.

இரு ஆடிகள் 60° சாய்விலிருந்தால் அவற்றின் இடையுள்ள ஒரு பொருளுக்கு 5 பிம்பங்கள் ஏற்படும் என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். இந்தத் தத்துவமே கலைடோஸ்கோப்பில் பயன்படுகிறது. முக்கோண பிரிசம் போல் அமைக்கப்பட்ட கண்ணாடித்தடுகள் சமதள ஆடிகள்போல் கிரணங்களைப் பிரதிபலிக்கும். எந்த இரண்டு தகடுகளைக் கருதினாலும் அவற்றின் இடையே 60° இருக்கும். ஒரு வர்ணக் கண்ணாடித்துண்டுக்கு இந்தத் தகடுகளில் 5 பிம்பங்கள் ஏற்படும். கண்ணாடித்தகடுகள் சந்திக்கும் மூலையை மையமாகக் கொண்ட ஒரு வட்டத்தில் இந்தப் பிம்பங்கள் அமையும். இதேபோல் பிற மூலைகளை மையமாகக் கொண்ட வட்டங்களிலும் பிம்பங்கள் அமையும். பிற வர்ணக் கண்ணாடித் துண்டுகளுக்கும் இவ்வாறே பிம்பங்கள் ஏற்படும். இந்த பிம்பங்களும் கண்ணாடித் துண்டுகளும் அழகிய கோலம் போல் தோன்றும். கருவியைச் சுற்றினால், வர்ணக் கண்ணாடித் துண்டுகள் இடம் மாறும்; அதனால் பிம்பங்களின் இடங்களும் மாறும்; வேறொரு உருவக் கோலம் அமையும்.

கேள்விகள்

1. ஒளியின் நேர்கோட்டு வியாபனம் என்றால் என்ன? இதை நிரூபிக்கும் பரிசோதனை ஒன்றும், இயற்கை நிகழ்ச்சி ஒன்றும் எழுதுக.
2. ஒளிக் கற்றை என்றால் என்ன? அதன் வகைகள் யாவை?

3. ஒளிபுகும், ஒளிபுகா, ஒளி கசியும் பொருள்களுக்கு உதாரணங்கள் தருக.

4. ஒரு பொருளின்மீது விழும் ஒளிக் கிரணங்களுக்கு ஏற்படக் கூடிய விளைவுகள் என்ன ?

5. சமதள ஆடி என்றால் என்ன ?

6. சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலிக்கும் விதிகளைக் கூறுக.

7. குண்டூசிகளையும் சமதள ஆடியையும் உபயோகித்து ஒளி பிரதி பலன விதிகளை நிரூபிக்க எவ்வாறு பரிசோதனை செய்வாய் ? பரிசோதனையை விவரி.

8. சமதள ஆடியில் ஏன் பிம்பம் உண்டாகிறது ? இந்தப் பிம்பத்தின் இயல்புகள் என்ன ?

9. சமதள ஆடியில் பிம்பம் எங்கே உண்டாகிறது ? இதை எவ்வாறு பரிசோதனையால் நிரூபிக்கலாம் ?

10 சாய்ந்த இரு ஆடிகளில் எத்தனை பிம்பங்கள் உண்டாகும் என்பதை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம் ? 90°, 60°, 30° சாய்வு உள்ளபொழுது எத்தனை பிம்பங்கள் உண்டாகும் ?

11. ஒரு நிலைக் கண்ணாடிமுன் நிற்கும் மனிதன் ஒரு செகண்டுக்கு ஐந்து அடி வீதம் ஆடியை நோக்கி நெருங்கிச் செல்கிறான். அவனுடைய பிம்பத்திற்கும் அவனுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் என்ன வேகத்தில் குறைகிறது ?

12. பெரிஸ்கோப்பு என்ற கருவியின் படம் வரைந்து அதில் கிரணம் செல்லும் பாதையை வரைக.

13. கிடை மட்டத்திற்கு 45° சாய்வில் ஒரு சமதள ஆடி இருக்கிறது. அதன்முன் கிடையாக ஒரு பென்சில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பென்சிலுக்கு ஏற்படும் பிம்பம் எவ்வாறு இருக்கும் என்பதைக் காட்ட ஒரு படம் வரைக.

14. சமதள ஆடியின் உபயோகங்களை எழுதுக.

15. ஒரு கலைடோஸ்கோப்பில் எவ்வாறு அழகிய கோலம் போன்ற உருவம் தெரிகிறது என்பதை விவரி.

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. ஒரு சமதள ஆடியையும் குண்டூசிகளையும் கொண்டு பிரதி பலித்தல் விதிகளை நிரூபிக்கும் பரிசோதனையைச் செய்.

2. ஒரு சமதள ஆடியில் உண்டாகும் பிம்பத்தின் தூரத்திற்கும் பொருளின் தூரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பரிசோதனை கொண்டு நிரூபி.

3. 90° சாய்வில் இரண்டு ஆடிகளை வைத்து, பிம்பங்கள் உண்டாவதைக் கவனி. மூன்றாவது பிம்பத்திலிருந்து கண்ணுக்கு வரும் கிரணப் பாதையை வரைந்து காட்டு.

15. கோளக ஆடிகள்

(குழி ஆடியிலும் குவி ஆடியிலும் ஒளி பிரதிபலித்தல். கோளக ஆடிகளின் உபயோகங்கள். குழி ஆடியின் குவியத்தூரம் அளத்தல்.)

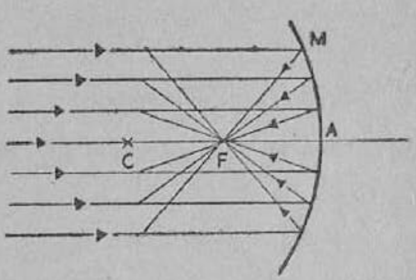
கோளக ஆடிகள் : பிரதிபலிக்கும் பரப்பு ஒரு கோளத்தின் பரப்பாக இருந்தால், அது **கோளக ஆடி** (spherical mirror) எனப்படும். இதில் இரு வகை உண்டு. உள்ளீடற்ற ஒரு கோளப் பகுதியின் குழிவான பரப்பு பிரதிபலிக்கும் தளமாக இருந்தால் அது **குழி ஆடி** (concave mirror) எனப்படும்; அதன் புறப்பரப்பு பிரதிபலிக்கும் தளமாக இருந்தால், அது **குவி ஆடி** (convex mirror) எனப்படும்.

[வளை பரப்பு உள்ள ஆடிகளில் கோளக ஆடிகளைத் தவிர வேறு வகைகளும் உண்டு. சிலிண்டரின் பரப்பைப்போல் பிரதி பலிக்கும் தளம் இருந்தால், அது **சிலிண்டர் வடிவ ஆடி** என்றும், பரவளையமான (parabolic) பரப்பாக இருந்தால், **பரவளைய ஆடி** (parabolic mirror) என்றும் சொல்லப்படும். இவற்றிலும் குழி ஆடி, குவி ஆடி உண்டு.]

குழி ஆடி : ஒரு குழி ஆடியின் மையப் புள்ளிக்கு **ஆடி மையம்** (centre of aperture) என்று பெயர். குழி ஆடி எந்தக் கோளத்தின் பகுதியோ, அந்தக் கோளத்தின் மையத்திற்கு **வளைவு மையம்** (centre of curvature) என்று பெயர். ஆடி மையத்தையும் வளைவு மையத்தையும் இணைக்கும் நேர்கோட்டை இரு புறங்களிலும் நீட்டி விடு. இந்தக் கோட்டிற்கு ஆடியின் **முக்கிய அச்சு** (principal axis) என்று பெயர். குழி ஆடி எந்தக் கோளத்தின் பகுதியோ அந்தக் கோளத்தின் **ஆரம்** (radius), குழி ஆடியினுடைய **வளைவின் ஆரம்** (radius of curvature) என்று சொல்லப்படும். இவை யெல்லாம் குவி ஆடிக்கும் பொருந்தும்.

குழி ஆடியில் சூரிய ஒளி பிரதிபலித்தல் : ஒரு சம தள ஆடி கொண்டு, சூரிய கிரணக் கற்றையைப் பிரதிபலித்து, ஒரு குழி ஆடியின் முக்கிய அச்சுக்கு ஒருபோகாகச் செலுத்தி, ஆடியில் விழச் செய். சூரிய கிரணக் கற்றையிலுள்ள ஒளிக்

கதிர்கள் ஒருபோகாக இருக்கும். ஆடியில் பிரதிபலித்த பிறகு இந்தக் கிரணங்கள் எவ்வாறு செல்கின்றன என்பதை அறிய, கிரணப் பாதையில் தூசியைத் தூவு. பிரதிபலித்த கிரணங்கள் ஒருங்கி, ஒரு புள்ளியில் சந்திப் பதைக் காணலாம். முக்கிய அச்சின் மீது உள்ள இந்தப் புள்ளிக்கு **முக்கியக் குவியம்** (Principal focus) என்று பெயர். சூரிய கிரணங்கள் இந்தப் புள்ளியில் சந்திக்கும்பொழுது இதில் ஒரு தீக்குச்சியின் மருந்தைக் காட்டினல், அது உடனே பற்றி எரியும்; காகிதத்தை வைத்தால் காகிதமும் எரியலாம்; அல்லது கருகலாம்.

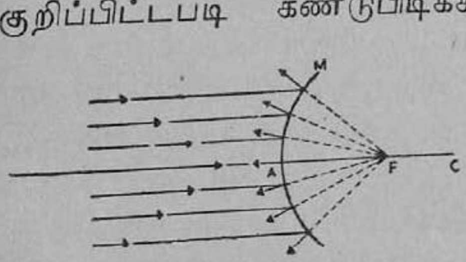


படம் 77. குழி ஆடியில் சூரிய கிரணக்கற்றை பிரதி பலித்தல் M–குழி ஆடி, A–ஆடி மையம், F-குவியம், C-வளைவு மையம்

முக்கியக் குவியத்திற்கும் ஆடிக்கு மிடையிலுள்ள தூரத்தை ஓர் அளவு கோலினுல் அள. இதற்குக் குவியத் தூரம் (focal length) என்று பெயர்.

வளைவின் ஆரமும் குவியத் தூரமும் : ஒரு குழி யாடியின் வளைவின் ஆரத்தைக் கோளமானி (spherometer) என்ற ஒரு கருவியினுல் கண்டுபிடிக்கலாம். குவியத் தூரத்தை மேலே குறிப்பிட்டபடி கண்டுபிடிக்கலாம். இரண்டையும் ஒப்பிட்டால், ஒரு குழியாடியின் வளைவின் ஆரம் (r), அதன் குவியத் தூரத்தைப் (f) போல் இருமடங்கு இருக்கும்.

$$r = 2f.$$

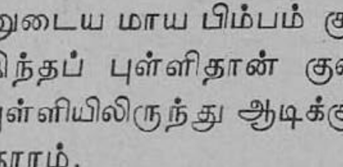


படம் 78. குவி ஆடியில் சூரிய கிரணக்கற்றை பிரதிபலித்தல் M–குவி ஆடி, A–ஆடி மையம் F–குவியம், C–வளைவு மையம்

குவி ஆடியில் சூரிய கிரணம் பிரதிபலித்தல் : குவி ஆடி ஒன்றின் தளத்தில் சூரிய கிரணக் கற்றை விழுமாறு செய். பிரதிபலித்த பிறகு, கிரணங்கள் ஒருங்குவதில்லை என்பதையும், பிரதிபலித்த கிரணங்கள்

ஆடியிலிருந்தே விரிந்து செல்வதையும் ஒரு திரையை உபயோகித்துக் கண்டறி. பிரதிபலித்த கிரணங்களைப் பின்புறம் நீட்டிவிட்டால் அவை ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும். அதாவது, சூரியனுடைய மாய பிம்பம் குவி ஆடிக்குப் பின்புறம் உண்டாகிறது. இந்தப் புள்ளிதான் குவி ஆடியின் முக்கியக் குவியம். இந்தப் புள்ளியிலிருந்து ஆடிக்கு உள்ள தூரமே குவி ஆடியின் குவியத் தூரம்.

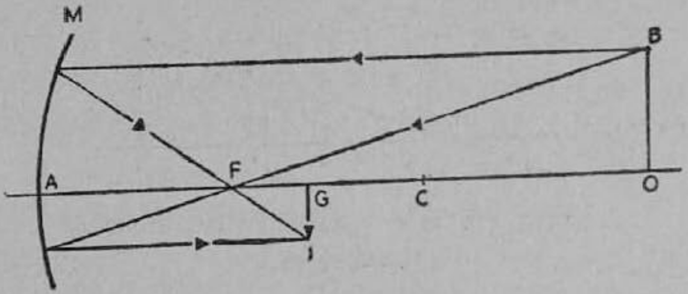
குழி ஆடியில் உண்டாகும் பிம்பங்களைப் பரிசோதனை மூலம் அறிதல்—பரிசோதனை : (1) ஒரு குழி ஆடியை ஒரு தாங்கியில் பிணைத்து நிறுத்து. தூரத்திலுள்ள ஒரு மரம் அல்லது கட்டடத்தை நோக்கி ஆடியைத் திருப்பு. ஒரு சிறு நிலைக் குத்தான திரையை ஆடியின் முன், முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு பக்கத்தில் சற்று விலகியிருக்கும்படி நிறுத்து. திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, தூரப் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் திரையில் விழச் செய். இப்பொழுது திரைக்கும் ஆடிக்கும் உள்ள தூரத்தை அள. இதுவும் முன்பு சூரிய கிரணத்தை உபயோகித்துக் கண்டுபிடித்த குவியத் தூரமும் சமமாயிருப்பதைப் பார். ஆகையால், பூமியிலுள்ள தூரப் பொருளின் பிம்பமும் ஆடியின் குவியத்தில் தான் உண்டாகிறது. இந்த நிஜ பிம்பம் சிறிதாயும் தலைகீழாயும் இருக்கிறது.



படம் 79. குழி ஆடியில் மெழுகுவர்த்தி சுவாலையின் நிஜ பிம்பம்
M—குழி ஆடி, L—விளக்கு
S—திரை

(2) ஒரு மெழுகு வர்த்தி சுவாலையைப் பொருளாக உபயோகித்து, அதை ஆடிக்கு முன் சுமார் 100 செ. மீ. தூரத்தில் நிறுத்து. திரையைத் தக்கபடி நகர்த்தி, சுவாலையின் தெளிவான பிம்பம் அதில் விழுமாறு செய். ஆடியிலிருந்து சுவாலையின் தூரத்தையும் பிம்பத்தின் தூரத்தையும் அள. பிம்பத்தின் இயல்புகளையும் கவனி. பிம்பம் நிஜமாயும், தலைகீழாயும், சிறிதாயும் இருக்கிறது.

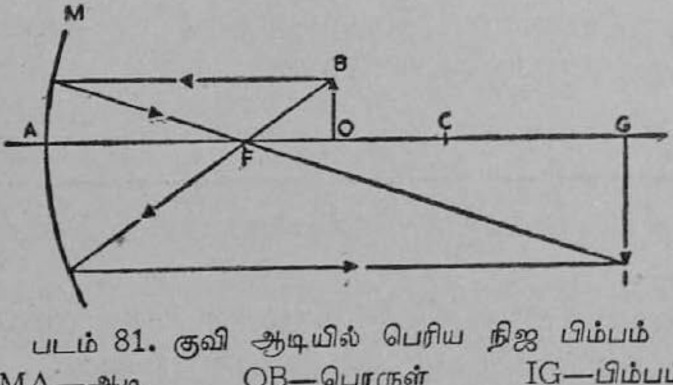
(3) சுவாலையை 80 செ. மீ. தூரத்தில் வை. திரையை நகர்த்தி, தெளிவான பிம்பம் அதில் விழச் செய். பொருளை



படம் 80. குழி ஆடியில் சிறிய நிஜ பிம்பம்.
MA—ஆடி OB—பொருள் IG—பிம்பம்

ஆடிக்கு அருகே நகர்த்தும்பொழுது, பிம்பம் ஆடியை விட்டு விலகி தூரச் செல்வதையும், முன்னை விட இப்பொழுது பிம்பம் சற்றுப் பெரிதாயிருப்பதையும் பார். தூரங்களை அள. பிம்பத்தின் இயல்புகளைக் கவனி.

(4) இவ்வாறே சுவாலையை ஆடிக்கு அருகே நகர்த்தி வெவ்வேறு இடங்களில் வைத்து, பிம்பம் இருக்கும் இடங்களை நிர்ண

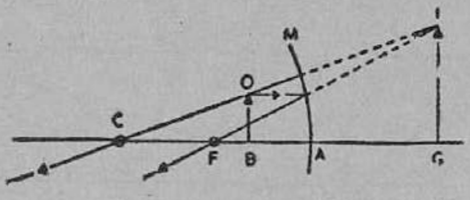


படம் 81. குவி ஆடியில் பெரிய நிஜ பிம்பம்
MA—ஆடி OB—பொருள் IG—பிம்பம்

யித்து, தூரங்களை அள. பிம்பங்களின் இயல்புகளையும் குறித்துக் கொள்.

(5) சுவாலையை ஆடியின் குவியத்திற்கும், ஆடிக்கும்

இடையே வை. திரையை ஆடிக்கு முன் எங்கு வைத்தாலும் தெளிவான பிம்பம் ஏற்படாததைக் கவனி. ஆடிக்குள் பார்;



படம் 82. குவி ஆடியில் மாயபிம்பம்
MA—ஆடி OB—பொருள் IG—பிம்பம்

அதில் சுவாலையின் பெரிய மாய பிம்பம் தெரிவதைக் கவனி.

உன் அளவுகளையும் கவனிப்புகளையும் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து:

ஆடியின் குவியத்தூரம் = செ. மீ.

சோதனை எண்	ஆடிக்கும் பொருளுக்கும் உள்ள தூரம் (u)	ஆடிக்கும் பிம்பத்துக்கும் உள்ள தூரம் (v)	பிம்பத்தின் இயல்புகள்
1	வெகுதூரம்	குவியத்தூரம்	நிஜம், சிறிது, தலைகீழ்
2	......	......	......
3	......	......	......
4	......	......	

மேற் பரிசோதனையில், கீழ்க்கண்ட உண்மைகளைக் கவனித்திருக்கலாம்.

(1) ஒரு குழி ஆடியின்முன் பொருள் F-க்கு அப்பால் எங்கிருந்தாலும் தலைகீழான நிஜ பிம்பம் உண்டாகிறது.

(a) பொருள் F-க்கும் C-க்கும் இடையில் இருந்தால், பெரிய பிம்பம் உண்டாகிறது.

(b) பொருள் C-யில் இருந்தால் சம அளவு பிம்பம் உண்டாகிறது.

(c) பொருள் C-க்கு அப்பாலிருந்தால் சிறிய பிம்பம் உண்டாகிறது.

(2) பொருள், ஆடிக்கும் F-க்கு மிடையே இருந்தால் பெரிய நேரான மாய பிம்பம் உண்டாகிறது.

ஒரு குழி யாடியில் பொருளுக்கும் பிம்பத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக் காட்டும் விவரமான அட்டவணையைப் பார். நீ செய்த பரிசோதனையின் முடிவுகள் இந்த அட்டவணைக்கு ஒத்துள்ளதா என்று கவனி.

எண்	பொருளின் இருப்பிடம்	பிம்பத்தின் இருப்பிடம்	பிம்பத்தின் இயல்புகள்
		ஆடிக்குமுன் :	
1.	தொலைதூரத்தில்	F-ல்	நிஜம், சிறிது, தலைகீழ்
2.	C-க்கு அப்பால்	F-க்கும் C-க்கும் இடையில்	நிஜம், சிறிது, தலைகீழ்
3.	C-யில்	C-யில்	நிஜம், சமஅளவு, தலைகீழ்
4.	F-க்கும் C-க்கும் இடையில்	C-க்கு அப்பால்	நிஜம், பெரிது, தலைகீழ்
5.	F-ல்	தொலைதூரத்தில் (பிம்பம் இல்லை)	பிரதிபலித்த கிரணங்கள் ஒருபோது கற்றையாகின்றன
		ஆடிக்குப் பின் :	
6.	ஆடிக்கும் F-க்கும் இடையே	வெவ்வேறு தூரங்களில்	மாயம், பெரிது, நேரானது

குழி ஆடியில் சில பிரதிபலித்த கிரணங்கள் : குழி ஆடியில் விழும் கிரணங்களில் சிலவற்றின் பிரதிபலித்த கிரணங்கள் எவ்வாறு செல்லும் என்பது இப்பொழுது நமக்குத் தெரிந்ததே.

(1) முக்கிய அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக வரும் ஒரு கிரணம், ஆடியில் பிரதிபலித்த பிறகு முக்கியக் குவியத்தின் வழியே செல்லும்.

(2) முக்கியக் குவியத்தின் வழியே வந்து ஆடியில் விழும்

கிரணம், பிரதிபலித்த பிறகு முக்கிய அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும்.

(3) வளைவு மையத்தின் வழியே வரும் கிரணம் ஆடியில் விழும்பொழுது, பிரதிபலித்து, வந்த வழியே எதிர்த் திசையில் செல்லும். [ஏனெனில் வளைவு மையத்தின் வழியே வரும் கிரணம், ஆடிக்குச் செங்குத்தாக விழுகிறது.]

இந்த மூன்று பிரதிபலித்த கிரணங்களில் ஏதேனும் இரண்டைப் பயன்படுத்தி, குழி ஆடிக்கு முன் இருக்கும் ஒருபொருளின் பிம்பத்தை ஜியோமிதி முறைப்படி கண்டுபிடிக்கலாம். இது எவ்வாறு செய்யப்பட வேண்டுமென்பதை 80, 81, 82-ஆம் படங்களைப் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்.

குழி ஆடியின் குவியத்தூரம் கண்டுபிடிக்கும் வழிகள் :

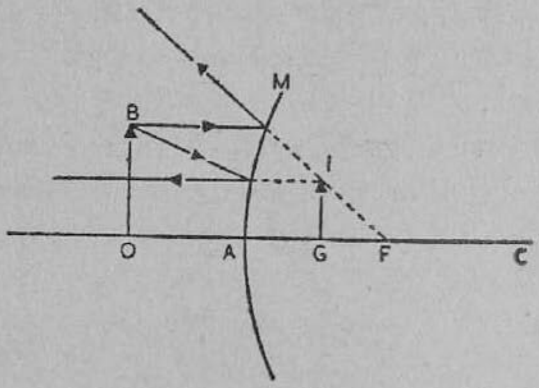
(1) கொடுக்கப்பட்ட குழி ஆடியை ஒரு தாங்கியில் நிறுத்தி, தூரத்திலுள்ள மரம் அல்லது கட்டடத்தை நோக்கித் திருப்பு. ஒரு திரையை ஆடியின் முன் நகர்த்தி, தூரப் பொருளின் தெளிவான நிஜபிம்பத்தை அதில் பிடி. ஆடிக்கும் திரைக்கும் உள்ள தூரத்தை அள. இதுவே ஆடியின் குவியத்தூரம். இச்சோதனையை வெவ்வேறு தூரப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி மூன்று தடவை செய்து, சராசரி குவிய தூரத்தைக் கண்டுபிடி.

(2) ஒரு மெழுகு வர்த்தி சுவாலையையும் திரையையும் பக்கத்தில் வைத்துச் சேர்த்து, குழி ஆடிக்கு முன் வை. குழி ஆடியை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, சுவாலையின் தெளிவான பிம்பம் திரையில் விழுமாறு செய். இப்பொழுது சுவாலையும் திரையும் ஆடிக்குமுன் சமதூரத்தில் இருக்கின்றன. ஆகவே அவை இருக்குமிடம் தான் 'C' என்ற புள்ளி யிருக்குமிடமாகும். ஆடிக்கும் திரைக்கும் உள்ள தூரத்தை அள. இது வளைவின் ஆரம் ($=r$). இதில் பாதி, குவியத் தூரமாகும்.

குவி ஆடியில் மாய பிம்பம் : ஒரு குவி ஆடியைத் தாங்கியில் நிறுத்தி அதன்முன் ஒரு மெழுகுவர்த்தி சுவாலையை நிறுத்து. ஆடியினுள் சுவாலையின் மாயபிம்பம் தெரிவதைப்

பார். சுவாலை எங்கிருந்தாலும் அதன் பிம்பத்தைத் திரையில் பிடிக்க முடியாதிருப்பதையும், பொருளைவிடச் சிறிய மாயபிம்பமே உண்டாவதையும் கவனி.

சுவாலையை ஆடிக்கு அருகே வை. ஆடிக்குப் பின்னால்,



படம் 83. குவி ஆடியில் மாய பிம்பம்
MA—ஆடி, OB—பொருள், IG—பிம்பம்

ஆடியின் அருகே சிறிய நேரான மாய பிம்பம் உண்டாகியிருக்கிறது.

பொருளை ஆடியிலிருந்து வெகு தூரத்திற்கு எடுத்துக் கொண்டுபோ. பிம்பம் சிறிதாகிக்கொண்டே ஆடிக்குப் பின்னால் ஆடியிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது. தொலை தூரத்திலுள்ள பொருளின் பிம்பம் ஆடியின் குவியத்தில் விழுகிறது.

கோளக ஆடிகளின் உபயோகங்கள் :

1. மோட்டார் வண்டிகளின் முகப்பு விளக்குகளிலும் துருவு விளக்கிலும் (search light) விளக்கின் பின்புறம் குழி ஆடி உள்ளது. விளக்கு பல்பு குழி ஆடியின் குவியத்தில் இருப்பதால் அதிலிருந்து கிரணங்கள் புறப்பட்டு ஆடியில் விழுந்து பிரதிபலித்து ஒருபோகு கற்றையாகச் செல்கின்றன. ஆகவே ரஸ்தாவில் வெகு தூரம்வரை இந்த ஒருபோகு கற்றை விழுந்து பிரகாசமாகச் செய்கிறது.

2. சுவரில் மாட்டப்படும் சுவரொட்டி விளக்கின் பின்புறமும், மின் விளக்கின் பின்புறமும் குழி ஆடியின் அமைப்புடைய

தகடுகள் இருக்கும். இவை பின்புறம் செல்லும் கிரணங்களைப் பிரதிபலித்து முன்புறம் திருப்பிவிடுகின்றன.

3. பட விளக்கிலும் சினிமா வீழ்த்தியிலும் மின் விளக்கின் பின்புறமுள்ள குழி ஆடி கிரணங்களை முன்புறமாகப் பிரதிபலித்து, படத்தின் பிரகாசத்தை அதிகப்படுத்துகிறது.

4. ஒரு பெரிய குழி ஆடியைச் சவரக் கண்ணாடியாகப் பயன்படுத்தலாம்.

5. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் சிறு பொருள் வைக்கும் மேடைக்குக் கீழேயுள்ள குழி ஆடி, ஒளிக்கிரணங்களைப் பிரதிபலித்துச் சிறு பொருளின்மீது ஒருங்கச் செய்து அதைப் பிரகாசமாகச் செய்கிறது.

6. (நியூட்டன் அமைத்த மாதிரியான) ஒருவகை டெலிஸ்கோப்பில் பொருளருகு லென்ஸுக்குப் பதிலாகப் பெரிய குழி ஆடி பயன்படுகிறது.

7. கண் வைத்தியர்கள் **உட்கண் சோதினி** (ophthalmoscope) என்ற ஒரு கருவியைப் பயன்படுத்திக் கண்ணின் பாகங்களைச் சோதனை செய்வர். இக்கருவியில் ஒரு குழி ஆடி உள்ளது. ஒரு பிரகாசமான விளக்கிலிருந்து வரும் ஒளி, குழி ஆடியினால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு, நோயாளியின் கண்ணினுள் குவியும். குழி ஆடியின் மையத்தில் சிறிது பாகத்தில் வெள்ளி முலாம் நீக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் வழியே பார்த்து, நோயாளியின் கண்ணை டாக்டர் பரிசோதிக்க முடியும்.

8. தொண்டை, பல்லின் பின்புறம் இவற்றைப் பெரிதாகத் தோன்றச் செய்து பரிசோதிக்க, ஒரு கோலின் முனையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு சிறிய குழியாடியை டாக்டர்கள் உபயோகிப்பார்கள்.

9. **மாயப் பூச் செண்டு** (phantom bouquet) என்ற தோற்றத்தை அமைப்பதில் குழியாடி பயன்படுகிறது. ஒரு பெரிய குழியாடியை நிலைக்குத்தாக நிறுத்தி, அதன் *C*-யில் (வளைவு மையம்) ஒரு பிரகாசமான பூங்கொத்தைத் தலைகீழாகத் தொங்கவிட்டால், அதன் சம அளவு நிஜபிம்பம் அதே இடத்தில் உண்டாகும். பூங்கொத்து தலைகீழாயிருப்பதால், பிம்பம்

நேராக இருக்கும். C-க்கு அப்பாலிருந்து பார்ப்பவர்களுக்குப் பூங்கொத்து தெரியாமல் மறைத்துவிட்டால், அவர்கள் நிஜ பிம்பமான பூங்கொத்தைமட்டும் பார்க்க முடியும். அந்த இடத்தில் கையை வைத்தால் ஒன்றுமிராது.

10. மோட்டார் வண்டியோட்டியின் பக்கத்தில் ரஸ்தாவின் பின்புறம் வரும் வண்டிகளைத் தெரிந்துகொள்ள ஒரு குவி ஆடி வைக்கப்படுகிறது. சமதள ஆடியைக் காட்டிலும் குவி ஆடி சிறந்தது.

11. பந்தல்களில் பல வர்ணக் கண்ணுடி கோளங்கள் அலங்காரத்திற்காகத் தொங்கவிடப்படும். இவை சுற்றுப்புறத்திலுள்ள பொருள்களின் சிறு பிம்பங்களைக் காட்டும். இவை குவி ஆடிகள்.

கேள்விகள்

1. கோளக ஆடியில் இரு வகைகள் யாவை?

2. ஒரு குழி ஆடியின் குவியம் என்ருல் என்ன? ஒரு குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்திற்கும் வளைவின் ஆரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தம் என்ன?

3. குவி, குழி ஆடிகளில் சூரிய கிரணக்கற்றை எவ்வாறு பிரதிபலிக்கிறது என்பதை விளக்கப் படங்கள் வரைக.

4. ஒரு குழி ஆடியின்முன் பொருள் எங்கே இருந்தால் (a) பெரிய நிஜபிம்பம், (b) பெரிய மாயபிம்பம் (c) சிறிய நிஜபிம்பம் உண்டாகும்?

5. ஒரு குழி ஆடியின் முன் (a) C-க்கு அப்பால், (b) F-க்கும் ஆடிக்கும் இடையில் ஒரு பென்சில் நிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. பிம்பம் எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதை விளக்கப் படங்கள் வரைக. கிரணங்கள் செல்லும் பாதைகளைக் குறி.

6. ஒரு மெழுகுவர்த்தி சுவாலையையும் திரையையும் கொண்டு, குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்தை எப்படிக் கண்டுபிடிக்கலாம்?

7. குவி ஆடியின் முன் ஒரு பொருளை வைத்தால் எத்தகைய பிம்பம் உண்டாகிறது?

8. குழி ஆடியைக் கொண்டு, ஒரு விளக்கின் ஒளியை முன்புறம் எவ்வாறு திருப்பலாம்? இது எந்த விளக்குகளில் பயன்படுகிறது?

9. வைத்தியர்களுக்குக் குழி ஆடி எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

10. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் குழி ஆடியின் வேலை என்ன?

11. மாயப் பூச் செண்டு என்பது எவ்வாறு காட்டப்படுகிறது? ஒரு படம் வரைக.

12. மோட்டார் ஓட்டியின் அருகே குவி ஆடி ஏன் வைக்கப்படுகிறது?

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. ஒரு குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்தை இரு வழிகளில் கண்டு பிடி.

2. ஒரு மெழுகுவர்த்திச் சுவாலையைக் குழி ஆடிக்கு முன் வெவ்வேறு தூரங்களில் அமைத்து, பிம்பங்களைத் திரையில் பிடி. பொருளின் தூரம், பிம்பத்தின் தூரம், பிம்பத்தின் தன்மைகள் இவற்றை அட்டவணைகளில் குறி.

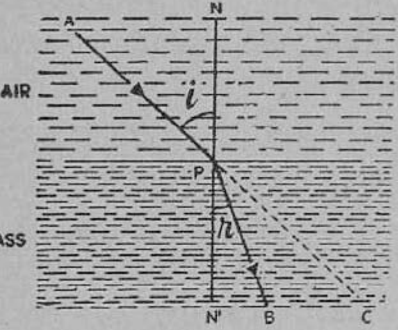
16. ஒளி விலகல்

(செவ்வகக் கண்ணாடி, நீர், பிரிசம் ஆகியவற்றில் ஒளி விலகல்; ஒளியின் திசை மாற்றம். சூரிய ஒளியின் நிறப் பிரிகை. வானவில் உண்டாகும் விதம்.)

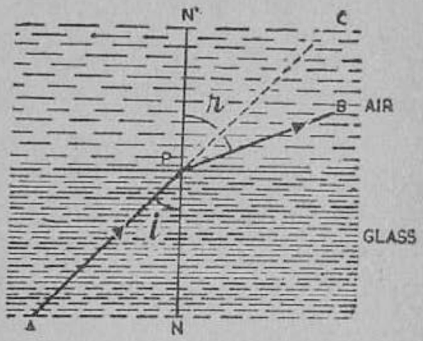
ஒளிக் கிரணங்கள் ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்குச் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் திசைமாற்றம்: ஒரே பொருளின் வழியாக ஒளிக் கிரணங்கள் செல்லும்பொழுது அவை நேர் கோட்டிலேயே செல்லுகின்றன. ஆனால் ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொரு பொருளுக்குச் செல்லும் ஒளி, இரு பொருள்களும் பிரியும் தளத்தில் திசை மாறுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு ஒளி முறிவு அல்லது **ஒளி விலகல்** (refraction of light) என்று பெயர்.

அடர்வு மிகு, அடர்வு குறை ஊடகங்கள்: ஓர் ஒளிக் கிரணம் காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குச் செல்லட்டும். இரு ஊடகங்களும் பிரியும் தளத்தில் படுதானத்துக்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரை. இதற்கு **லம்பம்** (normal) என்று பெயர். காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குச் செல்லும் கிரணம், 84-ஆம் படத்தில் காட்டியதுபோல் லம்பத்தை நெருங்கிச் செல்லும். இவ்வாறு சென்றால் இரண்டாவது ஊடகம் முதல் ஊடகத்தைவிட அடர்வு

மிகு ஊடகம் (denser medium) என்று சொல்லப்படும். கண்ணுடியைப் போலவே நீரும், காற்றைவிட அடர்வுமிகு ஊடகம் என்பதைப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன.



படம் 84. ஒளி விலகல்
காற்றிலிருந்து கண்ணுடிக்கு.
Air—காற்று, Glass—கண்ணுடி
i-படுகோணம், r-விலகுகோணம்

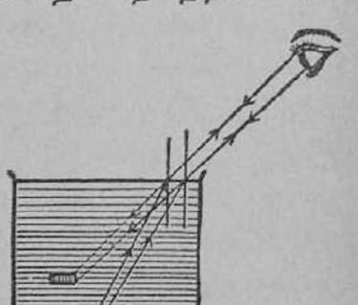


படம் 85. ஒளி விலகல்—
கண்ணுடியிலிருந்து காற்றுக்கு
Air—காற்று, Glass—கண்ணுடி
i-படுகோணம், r-விலகுகோணம்

ஒளிக் கிரணம் கண்ணுடியிலிருந்து காற்றுக்கு, அல்லது நீரிலிருந்து காற்றுக்குச் சென்ருல், இரண்டாவது ஊடகத்தில் ஒளிக் கிரணம் லம்பத்தைவிட்டு விலகிச் செல்லும். (படம் 85).

ஒளி முறிவினுல் ஏற்படும் சில மாயத் தோற்றங்கள்—

பரிசோதனை : ஒரு பீங்கான் தொட்டியின் அடி மட்டத்தில் ஒரு நாணயத்தை வை. தொட்டியின் விளிம்பினுல் நாணயம் மறையும்படி நின்று கொள். இப்பொழுது நாணயம் அசையாமல் தொட்டியில் நீர் ஊற்றச் செய். மறைந்திருந்த நாணயம் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதைப் பார். நீரின் வழியே தொட்டியின் ஆழம் குறைந்துவிட்டதைப்போல் காணப்படுவதையும் பார்.

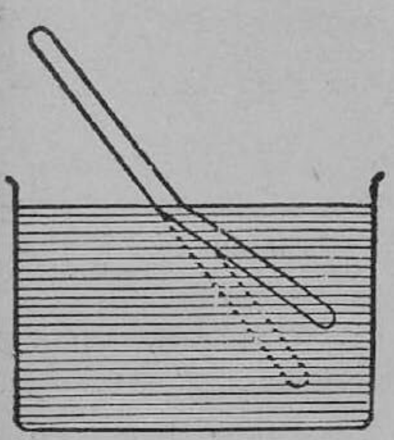


படம் 86. நீரில் அமிழ்த்திய நாணயம் உயர்ந்து தோன்றுதல்.

இதற்குக் காரணமென்ன? நீர் ஊற்றுமுன் நாணயத்திலிருந்து தொட்டியின் விளிம்பை ஒட்டிச் சென்ற ஒளிக் கிரணங்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் கண்ணுக்கு

மேலே சென்றன. ஆனால் நீர் ஊற்றியதும் அவை நீர் மட்டத்தில் ஒளி முறிவு அடைந்து, லம்பத்தைவிட்டு விலகிச் செல்வதால் கண்ணில் விழுகின்றன. கண்ணில் விழும் கிரணங்களைப் பின்னோக்கி நீட்டிவிட்டால் அவை நாணயம் இருக்கும் இடத்திற்கு மேலேயே சந்திக்கின்றன. இந்த இடத்தில் நாணயம் இருப்பதுபோன்ற தோற்றம் ஏற்படுகிறது.

ஏரி, குளம், ஆறு போன்ற நீர்நிலைகளின் அடித்தரையிலுள்ள பொருள்கள் இவ்வாறு மேல்நோக்கித் தூக்கப்பட்டது போல் காணப்படுவதால்தான் அவற்றின் தோற்ற ஆழம் (apparent depth), நிஜ ஆழத்தைவிடக் (real depth) குறைவாயிருக்கிறது.

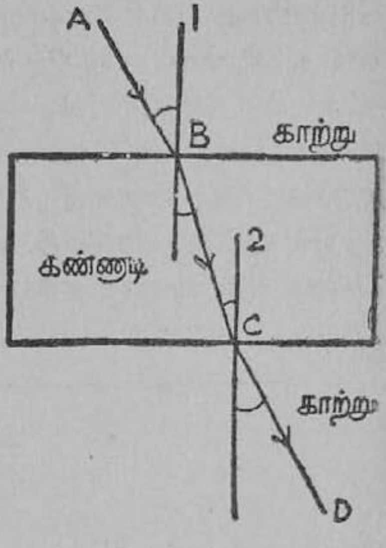


படம் 87. நீரில் பாதி அமிழ்த்திய கோலின் தோற்றம்

நீரில் மூழ்கிய கோலின் தோற்றம்: நேரான ஒரு கோலைப் பாதி நீரில் மூழ்கியிருக்குமாறு பிடி. பிரிதளத்தில் கோல் முறிந்திருப்பது போலவும், நீரில் மூழ்கியுள்ள பகுதி உயர்ந்திருப்பது போலவும் காணப்படும். நீரில் மூழ்கிய நாணயம் உயர்ந்து காணப்படுவதுபோல், நீரில் மூழ்கிய கோலின் ஒவ்வொரு பகுதியும் சிறிது உயர்ந்து காணப்படுவதால் இத்தோற்றம் ஏற்படுகிறது.

செவ்வகக் கண்ணாடியில் ஒளி முறிவு: ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியை, கிடைமட்டமாக விரித்த ஒரு காகிதத்தில் வைத்து, அதன் எல்லைகளைப் பென்சிலால் குறி. அதன் ஒரு பக்கத்தில் பிரிதளத்துக்குச் சாய்வான ஒரு கோட்டிலிருக்கும்படி இரு குண்டூசிகளைக் குத்து. எதிர்ப் பக்கத்தில் கண்ணை வைத்துக் கொண்டு கண்ணாடி வழியே இக் குண்டூசிகளைப் பார். அவை தம் இருப்பிடத்தை விட்டுச் சற்று விலகி இருப்பதுபோல் காணப்படும். இப்பொழுது வேறு இரு குண்டூசிகளை மறு பக்கத்தில் குத்து. இவை இரண்டும், எதிர்ப் பக்கத்தில் கண்ணாடி

வழியே தோன்றும் குண்டூசிகளின் பிம்பங்களும் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்கவேண்டும்.



படம் 88. செவ்வகக் கண்ணாடியில் ஒளி முறிவு. ABCD—கிரணப் பாதை 1, 2—லம்பங்கள்

இப்பொழுது முதலிரண்டு குண்டூசிகளை AB என்ற நேர் கோட்டினுலும், மறு பக்கத்திலுள்ள இரு குண்டூசிகளையும் CD என்ற நேர் கோட்டினுலும் சேர்த்தபிறகு, செவ்வகக் கண்ணாடியை எடுத்துவிடு. AB என்பது படுகிரணம் (incident ray). CD என்பது கண்ணாடியிலிருந்து வெளிவரும் **விடு கிரணம்** (emergent ray). கண்ணாடிச் செவ்வகத்தில் ஒளிக் கிரணம் செல்லும் பாதையை BC குறிக்கிறது. (பிரி தளங்கள் வரை இந்தக் கிரணங்களை நீட்டியபின், BC-யை வரையலாம்.) B, C என்ற புள்ளிகளில் பிரிதளங்களுக்கு லம்பங்கள் வரை. காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்கு ஒளிக்கிரணம் செல்லும்பொழுது லம்பத்தை நெருங்கிச் செல்வதையும், கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்கு ஒளி செல்லும்பொழுது லம்பத்தை விட்டு விலகிச் செல்வதையும் கவனி.

காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குக் கிரணம் வரும் தளத்தில், படுகிரணத்திற்கும் லம்பத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை அள. இதற்குப் படுகோணம் (i) என்று பெயர். கண்ணாடிக்குள் செல்லும் கிரணத்திற்கு **விலகு கிரணம்** (refracted ray) என்று பெயர். இது லம்பத்துடன் அமைக்கும் கோணத்திற்கு **விலகு கோணம்** (angle of refraction) என்று பெயர். இந்தக் கோணத்தையும் (r) அள. $\angle i$ அதிகமாகவும், $\angle r$ குறைவாகவும் இருப்பதைப் பார். இந்த இரண்டிற்கும் உள்ள வித்தியாசம் தான் ($\angle i - \angle r$) முதல் தளத்தில் ஒளிக் கிரணத்திற்கு ஏற்பட்ட திசைமாற்றக் கோணமாகும்.

கண்ணுடியிலிருந்து காற்றுக்குக் கிரணம் வரும் தளத்தில் கிரணம் லம்பத்திலிருந்து விலகிச் செல்கிறது. இங்கு BC, CD என்ற கிரணப் பகுதிகள் லம்பத்துடன் அமைக்கும் கோணங்களையும் அள. BC-க்கும் லம்பத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை $\angle r'$ என்றும், CD-க்கும் லம்பத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணத்தை $\angle i'$ என்றும் குறிப்போம். வெவ்வேறு சாய்வுகளில் குண்டூசிகளைக் குத்தி, இன்னும் இரண்டு கிரணப் பாதைகளை வரைந்துகொள். i, r, i', r' என்ற கோணங்களை அள. இவற்றைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து:

எண்	i	r	r'	i'
1	30°	20°	20°	30°
2	……	……	……	……
3	……	……	……	……

ஒவ்வொரு சோதனையிலும் படுகோணமும் (i) விடுகோணமும் (i') சமமாயிருக்கும். ஆகவே செவ்வகக் கண்ணுடியில் ஒளிக் கிரணம் செல்லும்பொழுது படுகிரணமும் விடுகிரணமும் ஒருபோகாக அமைந்திருக்கின்றன. மொத்தத்தில் கிரணத்திற்குத் திசை மாற்றம் (deviation) ஏற்படுவதில்லை. ஆனல் பக்கவாட்டில் இடப்பெயர்ச்சி (lateral displacement) ஏற்படுகிறது.

அட்டவணையிலிருந்து, படுகோணம் (i) அதிகமானல் விலகு கோணமும் (r) அதிகமாகிறது என்று அறிகிறோம். மேலும் படு கோணம் பூஜ்யமானல், விலகு கோணமும் பூஜ்யமாகும். அதாவது, ஒளிக்கிரணம் செவ்வகக் கண்ணுடி தளத்துக்குச் செங்குத்தாக விழுந்தால், அது திசைமாற்றம் அடையாமல் நேரே செல்லும்.

பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு: கண்ணுடியிலிருந்து காற்றுக்கு ஒளிக்கிரணம் செல்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். கண்

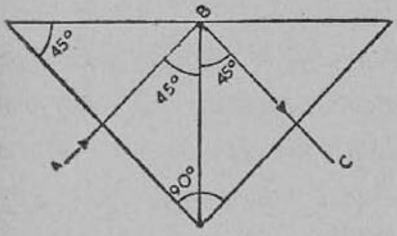
ணாடி காற்றைவிட அடர்ந்த ஊடகம்; ஆகவே கிரணம் லம்பத்தைவிட்டு விலகிச் செல்லும்; அதாவது கண்ணாடியிலுள்ள படுகோணத்தைவிடக் காற்றிலுள்ள விலகுகோணம் அதிகமாயிருக்கும்.

உதாரணமாக, கண்ணாடியில் உள்ள படுகோணம் 20° ஆக இருக்கும் பொழுது காற்றிலுள்ள விலகுகோணம் 30° இருக்கலாம். கண்ணாடியிலுள்ள படுகோணத்தை மேன்மேலும் அதிகமாகச் செய்தால், படுகோணம் 42° ஆக இருக்கும்பொழுது காற்றில் விலகுகோணம் 90° ஆகிவிடும்; அதாவது விலகு கிரணம் கண்ணாடியின் தளத்தைத் தொட்டுக் கொண்டே செல்லும். இதைக் காட்டிலும் அதிகமாக விலகுகோணம் இருக்க முடியாது. இப்பொழுது கண்ணாடியிலுள்ள கிரணத்தின் படுகோணத்தை மேலும் சிறிது அதிகமாக்கினால், விலகு கிரணமே ஏற்படுவதில்லை. கிரணம் முழுதும் கண்ணாடி தளத்தில் பிரதிபலிக்கப்பட்டு விடுகிறது. இப்பொழுது கண்ணாடியின் தளம் வெள்ளி பூசிய சமதள ஆடிபோல் வேலை செய்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சிக்குப் **பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு** (total internal reflection) என்று பெயர். சாதாரணமாக, கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்கோ, அல்லது காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்கோ செல்லும் கிரணத்தில் சிறு பகுதி பிரதிபலிக்கப்பட்டுப் பெரும்பகுதி ஒளி முறிவு அடையும். மேற்கூறிய நிகழ்ச்சியில் ஒளிமுறிவே ஏற்படாமல் கிரணம் முழுதும் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. ஆகையால் தான் இதற்குப் பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு என்ற பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது.

பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு நடைபெற இரு நிபந்தனைகள் பூர்த்தி செய்யப்படவேண்டும். (1) ஒளிக்கிரணம் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து, அடர்வு குறை ஊடகத்திற்குச் செல்ல வேண்டும். (2) படுகோணம், ஓர் குறித்த அளவுக்கு அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும். இந்தக் குறித்த அளவு கோணத்திற்கு **மாறுதானக் கோணம்** (critical angle) என்று பெயர். இது வெவ்வேறு ஊடகங்களுக்கு வெவ்வேறாயிருக்கும். கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்குக் கிரணம் வரும்பொழுது மாறுதானக்

கோணம் 42°. நீரிலிருந்து காற்றுக்குக் கிரணம் செல்லும் பொழுது, மாறுதானக் கோணம் 49°.

பரிசோதனை : ஒரு செங்கோண பிரிசத்தைக் கொண்டு பூரண அகப் பிரதிபலிப்பை நன்கு காணலாம். படத்தில் AB என்ற கிரணம் ஒடுங்கிய திறப்பின் வழியே வரும் சூரிய கிரணக் கற்றையாக இருக்கட்டும். செங்கோணத்தின் இரு பக்கங்களும் சமமாக உள்ள ஒரு பிரிசத்தின் ஒரு பக்கத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒளிக் கிரணம் விழும் படி திருப்பு. இந்தக் கிரணம், கர்ணத்தில் விழும்பொழுது அதன் படுகோணம் 45° ஆகிறது. கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணமான 42°-ஐக் காட்டிலும் இது அதிகமாயிருப்பதால், சூரிய கிரணக்கற்றை பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு அடைந்து BC வழியாகச் செல்கிறது.



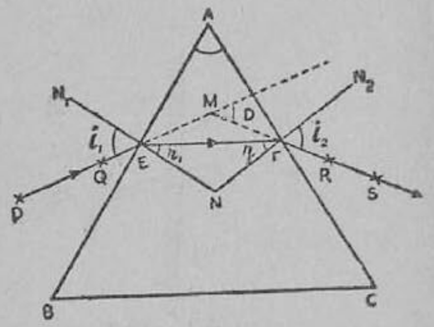
படம் 89.
பூரண அகப்பிரதி பலிப்பு
AB-படுகிரணம்
BC—மீள்கிரணம்

கானல் நீர் (mirage) : நடுப் பகலில் சூரிய கிரணங்கள் நன்கு காய்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, தார் ரஸ்தாவில் சென்றால், தூரத்திலுள்ள ரஸ்தாப் பகுதியில் நீர் கொட்டியிருப்பது போன்ற தோற்றத்தை நாம் பார்க்கிறோம். பாலைவனப் பிரயாணிகள் இத்தகைய மாய நீர்நிலைத் தோற்றங்களை அடிக்கடி பார்ப்பதுண்டு. இதற்குக் **கானல் நீர்** என்று பெயர்.

தரையை ஒட்டிய காற்று தரையின் சூட்டினால் அதிக உஷ்ணநிலையை அடைந்து அடர்வுகுறை ஊடகமாகிறது. மேலேயுள்ள காற்றுப் படலம் அடர்வுமிகு ஊடகமாகிறது. வெகு தூரத்திலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து கீழ்நோக்கிச் சாய்வாக வரும் ஒளிக்கிரணங்கள் ரஸ்தாவில் விழுமுன் பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு அடைந்து, மேல்நோக்கித் திரும்பி, பார்ப்பவருடைய கண்ணை அடையும். பிரதிபலித்த கிரணத்தைப் பின்னோக்கி நீட்டிவிட்டால் அந்தத் திசையில் தூரப் பொருளின் பிம்பம் இருப்பதுபோல் காணப்படும்; தூரத்தில் ஒரு நீர்நிலை இருப்

பது போலவும், அதில் தூரப் பொருளின் பிம்பம் தெரிவது போல வும் காணப்படும். நாம் இந்த மாய நீர்நிலையை நெருங்கும் பொழுது அதுவும் நமக்கு முன்னே நகர்ந்து செல்லும்.

பிரிசத்தில் ஒளிமுறிவு—பரிசோதனை : ஒரு சமபக்க முக் கோண பிரிசத்தை, கிடையாக விரித்த ஒரு காகிதத்தில் வைத்து, அதன் எல்லைகளைக் குறி. AB, AC என்பவற்றைப் பிரிசத்தின் பக்கங்கள் என்றும், BC என்பதைப் பிரிசத்தின் பீடம் என்றும் குறிப்பது வழக்கம்.



படம் 90. பிரிசத்தில் ஒளிக் கிரணப்பாதை

ABC—பிரிசம்

PQRS—ஒளிக்கிரணப் பாதை

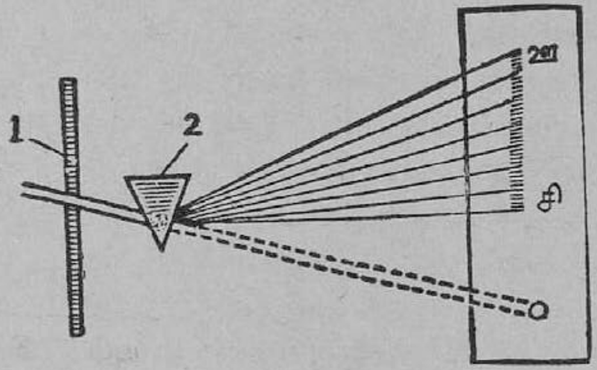
AB பக்கத்திற்குச் சாய்வாகக் கிரணப் பாதை அமையும்படி இரு குண்டூசிகளைக் குத்து. AC பக்கத்தின் வழியே இந்தக் குண்டூசிகளைப் பார். குண்டூசிகள் இரண்டும் பிரிசத்தின் உச்சிக்கு (A) அருகில் இருப்பது போல் விலகிக் காணப்படுகின்றன. இவை குண்டூசிகளின் பிம்பங்களாகும். இப்பொழுது முன்னிருக்கும் குண்டூசியின் பிம்பம் பின்னிருப்பதை மறைக்கும்படியாகக் கண்ணை வைத்துக் கொண்டு, அதே நேர்கோட்டில் வேறு இரண்டு குண்டூசிகளைக் குத்து. பிறகு செவ்வகக் கண்ணாடி பரிசோதனையில் செய்தது போல், பிரிசத்தையும் குண்டூசிகளையும் எடுத்துவிட்டுப் பூர்த்தியான கிரணப் பாதையை வரை.

பிரிதளங்களில் லம்பங்கள் வரை. காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குச் செல்லும் பிரிதளத்தில் ஒளிக்கிரணம் ஒரு திசை மாற்றம் அடைந்து, பீடத்தை நோக்கித் திரும்புகிறது. கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்குச் செல்லும் பிரிதளத்தில் ஒளிக்கிரணம் மேலும் அதிகமான திசைமாற்றம் அடைந்து பீடத்தை நோக்கி மறுபடியும் திரும்புகிறது.

கிரணம் பீடத்தை நோக்கித் திரும்பும் திசை மாற்றத்தின் மொத்த அளவைத் தெரிந்து கொள்ள, படுகிரணத்தையும், விடு

கிரணத்தையும் தக்கபடி நீட்டிவிட்டு அவை சந்திக்கும் இடத்தில் அமையும் D என்னும் கோணத்தை அளக்கலாம்.

பிரிசத்தில் நிறப்பிரிகை : ஒரு பிரிசத்தை ஒரு தாங்கியின் மேடைமீது நிறுத்து. ஓர் ஒடுங்கிய திறப்பின் வழியே வரும் சூரிய கிரணக்கற்றை ஒரு பக்கத்தில் விழுமாறு செய். மறுபக்



படம் 91. பிரிசத்தில் நிறப்பிரிகை
1. ஒடுங்கிய திறப்புள்ள திரை 2–பிரிசம் ஊ–ஊதா, சி–சிவப்பு

கத்தில் ஒரு வெண்ணிறத் திரையைப் பிடி. திரையில் பல நிறங்களோடு கூடிய ஒரு பட்டை தெரிவதைப் பார். இதற்கு நிறமாலை (spectrum) என்று பெயர். வானவில்லிலுள்ள நிறங்கள் எல்லாம் இதில் தெரிவதைப் பார். பிரிசத்தின் பீடப்பக்கத்திலிருந்து உச்சிப் பக்கமாக நிறமாலையைக் கவனித்தால், ஊதா, கருநீலம், நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு என்ற வரிசையில் நிறங்கள் அமைந்திருக்கும். [இவற்றை நினைவு வைத்துக் கொள்ள vibgyor என்ற சொல் பயன்படும்.]

இப்பரிசோதனையிலிருந்து, வெண்மைநிறக் கிரணம் என்பது பல நிறக் கிரணங்கள் சேர்ந்த ஒரு கூட்டு நிறக் கிரணம் என்பதும், பிரிசத்தின் வழியே செல்லும்பொழுது, வெவ்வேறு நிறக் கிரணங்கள் வெவ்வேறு திசைமாற்றம் அடைவதால் அவை பிரிந்து விடுகின்றன என்பதும் புலப்படும். மேலும், சிவப்பு முதல் ஊதா வரையிலுள்ள நிறக் கிரணங்கள் படிப்படியாக அதிகமான திசை மாற்றத்தை அடைகின்றன என்றும் அறிய

லாம். வெண்மை நிறக் கிரணம் (பிரிசத்தினால்) வெவ்வேறு நிறக் கிரணங்களாகப் பிரியும் நிகழ்ச்சிக்கு நிறப்பிரிகை (dispersion) என்று பெயர்.

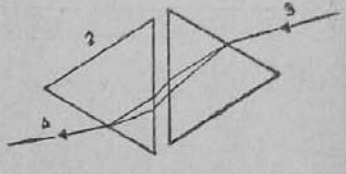
ஒரே நிறமுள்ள கிரணத்தைப் பிரிசத்தில் விழச் செய்தால், அது மேலும் நிறப்பிரிகை அடையாது.

வர்ணக் கண்ணாடிகள் : சிவப்பு நிறக் கண்ணாடியில் சூரிய ஒளியை விழச் செய்தால், அது சிவப்புக் கிரணங்களை மட்டும் தன்னூடு செல்லவிட்டு, பிறநிறக் கிரணங்களை உட்கிரகித்து விடுகிறது. இதேபோல் நீலநிறக் கண்ணாடி, நீலநிறக் கிரணத்தை மட்டும் தன்னூடே செல்லவிடும்.

நிறமாலைக்கு முன் ஒரு சிவப்புக் கண்ணாடியை வைத்தால், (அது சிவப்பு நிறக் கிரணத்தை மட்டும் செல்ல விடுவதால்,) நிறமாலையில் சிவப்பு நிறம் மட்டும் தெரியும்; நீலநிறக் கண்ணாடியை வைத்தால் நீலநிறம் மட்டும் தெரியும். இரு கண்ணாடிகளையும் சேர்த்து வைத்தால், நிறமாலையில் எந்த நிறமும் தெரியாது.

ஒளித் தொகுப்பு : ஏழுநிறக் கிரணங்களும் ஒன்று சேர்ந்தால் வெண்மைநிறக் கிரணம் உண்டாகும் என்பதையும் ஒரு சோதனையால் காட்டலாம்.

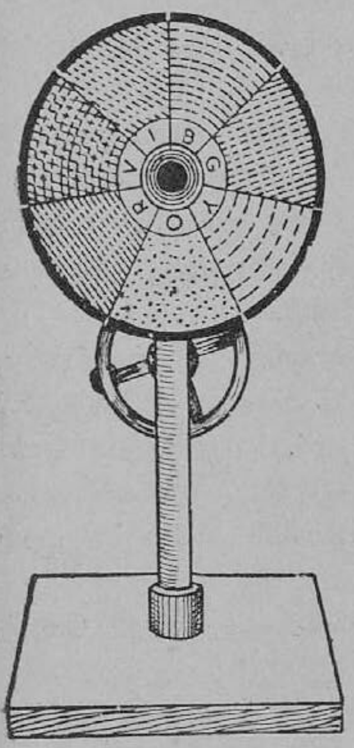
ஒரு பிரிசத்தின் வழியே சூரிய கிரணத்தைச் செல்லவிட்டு ஒரு திரையில் நிறமாலையைப் பிடி. இப்பொழுது அதே அளவுள்ள மற்றொரு பிரிசத்தைத் தலைகீழாகத் திருப்பி, நிறமாலையின் பாதையில் வை. திரையில் நிறமாலை மறைந்து வெண்மையான ஒளிக் கிரணக் கற்றை விழுவதைப் பார்.



படம் 92. ஒளித் தொகுப்பு
1, 2. பிரிசங்கள்
3. நிறப் பிரிகையடையும் கிரணம்
4. தொகுத்த கிரணம்

நியூட்டனின் வட்டத் தகடு : ஒரு வட்டத் தகடு ஏழு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, சூரிய நிறமாலையில் காணப்படும் நிறங்கள் சுமாராக அதே விகிதத்தில் பூசப்பட்டிருக்கும். இந்தத் தகட்டை வேகமாகச் சுற்றினால், அது வெண்ணிறமாகத்

தெரியும். ஏழு நிறக் கிரணங்களும் ஒன்றுயிணைந்தால் வெண்மை நிறமுண்டாகும் என்பதை இச் சோதனையும் நிரூபிக்கிறது. முதன் முதல் நியூட்டன் இப் பரிசோதனையைச் செய்தமையால், இதற்கு நியூட்டனின் வட்டத் தகடு என்ற பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது.



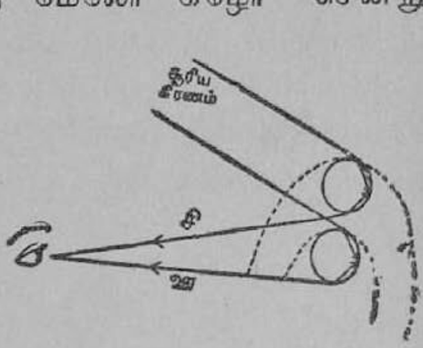
படம் 93. நியூட்டனின் வட்டத்தகடு
V, I, B, G, Y, O R
சூரிய நிற மாலையிலுள்ள நிறங்கள் பூசிய பகுதிகள்

வானவில் உண்டாவதன் காரணம் : காலையில் அல்லது மாலையில், சூரியன் இருக்கும் பக்கத்திற்கு எதிர்த் திசையில் மழை மேகங்கள் இருந்தால், வானவில் உண்டாகக் கூடும். சூரிய கிரணங்கள், எதிர் வானத்திலுள்ள மழை மேகங்களில் பட்டு, அவற்றிலுள்ள நீர்த்துளிகளில் நிறப்பிரிகையடைந்து, பார்ப்பவரின் கண்ணை அடையவேண்டும். ஆகவே காலையில் மேற்குத் திசையிலுள்ள மழை மேகங்களிலும் மாலையில் கிழக்குத் திசையிலுள்ள மழை மேகங்களிலும் சூரிய கிரணங்கள் பட்டு வானவில் உண்டாகும்.

சூரிய கிரணம் ஒரு நீர்த்துளியில் விழும்பொழுது முன்புறத்தில் ஒளி முறிவும் நிறப்பிரிகையும் அடைகிறது. நிறப்பிரிகையடைந்த கிரணங்கள் நீர்த்துளியின் பின்புறத்தில் அகப் பிரதிபலிப்பு அடைந்து மறுபடியும் முன்புறத்திற்கு வந்து ஒளி முறிவடைகின்றன. நீர்த்துளியின் முன்புறத்தில் வெளிவந்துள்ள ஏழுநிறக் கிரணங்கள் வெவ்வேறு திசையில் வெளிவருவதால், இவை தூரச் செல்லச் செல்ல இவற்றின் இடைதூரம் மிகவும் அதிகமாகிவிடும். ஆகவே ஒரு நீர்த்துளியிலிருந்து வரும் பல நிறக் கிரணங்களில் ஒரு நிறக் கிரணமே பார்ப்பவரது கண்ணில் விழும்; பிற நிறக்

கிரணங்கள் அவரது கண்ணுக்கு மேலோ கீழோ சென்று விடும்.

மேலேயுள்ள ஒரு நீர்த்துளியிலிருந்து சிவப்பு நிறக் கிரணமும், பிறகு படிப்படியாகக் கீழேயுள்ள நீர்த்துளிகளிலிருந்து ஆரஞ்சு, மஞ்சள் முதலிய ஏழு நிறக் கிரணங்களும் கண்ணை அடையும். மேலும் பார்ப்பவருக்குச் சம தூரத்திலுள்ள நீர்த்துளிகள் எல்லாம் ஒரு வட்டப் பகுதியில் அமைந்து, அதே நிறக் கிரணங்களைக் கண்ணுக்கு அனுப்பும். இதனால் வானவில் ஒரு வட்டப் பகுதியாக அமைகிறது. சிவப்பு நிறம் மேலேயும், ஊதா நிறம் கீழேயுமாக அமைந்து தோன்றும்.



படம் 94.
வானவில் உண்டாதல்.
சி—சிவப்பு, ஊ—ஊதா

சில சமயங்களில், மேற்கூறிய வானவில்லுக்கு மேலே மங்கலான மற்றொரு வானவில் தெரியலாம். முதலில் கூறப்பட்டது பிரதம வானவில் (primary rainbow) ; மங்கலாகத் தெரிவது துணை வானவில் (secondary rainbow). சூரிய கிரணங்கள் நீர்த்துளிகளில் இருதடவைகள் அகப்பிரதிபலிப்பு அடைவதால் துணை வானவில் உண்டாகிறது.

பொருள்களின் நிறங்கள் : ஒளிபுகாப் பொருள்களில் பல்வேறு நிறமுடைய பொருள்கள் இருக்கின்றன. தாமிரம் சிவப்பு; இலை, பச்சை; எலுமிச்சம்பழம், மஞ்சள்; சர்க்கரை, வெண்மை. இந்த நிறங்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன ?

வெண்மை நிறக் கிரணம் பட்டால்தான் பல்வேறு நிறங்கள் நன்றாகத் தெரிகின்றன. இரவின் மங்கிய ஒளியில் பொருள்களின் நிறங்கள் நன்கு தெரிவதில்லை என்பதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள்.

சூரிய ஒளி சிவப்புப் பொருளின்மீது விழும்பொழுது, அதன் பரப்பு சிவப்பு நிறக் கிரணங்களை மட்டும் நாலாபக்கங்களிலும் சிதறச் செய்கிறது. பிறநிறக் கிரணங்களை அது உட்

கிரகித்து விடுகிறது. இதே போல் பச்சை நிறப் பொருள், பச்சை நிறக் கிரணத்தை மட்டும் சிதறச் செய்கிறது.

வெண்மை நிறப் பொருள், தன்மீது விழும் எல்லா நிறக் கிரணங்களையும் சிதறச் செய்கிறது. கறுப்பு நிறப் பொருள், தன்மீது விழும் எல்லா நிறக் கிரணங்களையும் உட்கிரகித்து விடுகிறது.

சிவப்பு நிறப் பொருள் வெண்மை ஒளியிலும் சிவப்பு ஒளியிலும் சிவப்பாகத் தெரியும்; பச்சை ஒளியில் அது கறுப்பாகத் தெரியும். இது ஏன்?

கேள்விகள்

1. அடர்வு மிகு, அடர்வு குறை ஊடகங்கள் என்றால் என்ன? ஒளி முறிவுக்கும் ஊடகங்களின் அடர்த்திக்கும் உள்ள தொடர்பு யாது?

2. ஒரு குளத்தின் ஆழம் குறைவாகத் தோன்றுவதற்குக் காரணம் என்ன? படம் வரைந்து விளக்குக.

3. நீரில் பாதி மூழ்கிய ஒரு நேரான கோல் எவ்வாறு காணப்படும்? படம் வரைந்து, கிரணப் பாதையைக் குறி.

4. (a) காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்கு, (b) கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்கு, (c) நீரிலிருந்து கண்ணாடிக்கு—ஒளிக்கிரணங்கள் எவ்வாறு செல்லும் என்பதை விளக்கப் படங்கள் வரைக.

5. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியின் வழியே செல்லும் கிரணப்பாதையைப் படம் வரைந்து காட்டுக. கிரணத்திற்கு ஏற்படும் விளைவு என்ன?

6. பூரண அகப்பிரதிபலிப்பு எப்பொழுது நிகழும்?

7. ஒரு இரு சமபக்க செங்கோண முக்கோண பிரிசத்தில் (1) கர்ணம் சமதள ஆடி போலவும், (2) இரு சமபக்கங்களும் சமதள ஆடிகள் போலவும் அமையும்படி கிரணங்கள் பிரதிபலித்துச் செல்லும் பாதைகள் வரை.

8. கானல் நீர் என்பது எவ்வாறு உண்டாகிறது?

9. ஒரு சமபக்க முக்கோண பிரிசத்தில் கிரணப் பாதையைக் குறிக்க எவ்வாறு பரிசோதனை செய்யலாம்?

10. ஒரு பிரிசத்தின் வழி செல்லும் வெண்மை நிறக் கிரணத்திற்கு ஏற்படும் விளைவுகள் என்ன? படம் வரைக.

11. பல நிறக் கிரணங்களைச் சேர்த்து வெண்ணிற ஒளி உண்டாக்கலாம் என்பதை எப்பரிசோதனைகளால் நிரூபிக்கலாம்?

12. வானவில் எவ்வாறு உண்டாகிறது? அது உண்டாவதற்கான நிபந்தனைகள் என்ன?

13. சூரிய நிறமாலையில் ஒரு நீலமான துண்டுக் காகிதத்தை வைத்தால், அது வெவ்வேறு இடங்களில் எவ்வாறு தோன்றும்?

14. சிவப்புக் கண்ணாடித் தகடு, நீலக் கண்ணாடித் தகடு இரண்டையும் சேர்த்து வைத்து, சூரிய கிரணத்தைச் செலுத்தினால் என்ன நிகழும்?

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

1. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியில் செல்லும் கிரணப்பாதையைக் குண்டூசிகளின் உதவியால் குறி. படுகோணம், விலகு கோணம் இவற்றை அள.

2. ஒரு பிரிசத்தின் வழியே செல்லும் கிரணப் பாதையைக் குண்டூசிகளால் குறித்து, படுகோணம், விலகு கோணம் முதலியவற்றை அள.

17. லென்ஸ்கள்

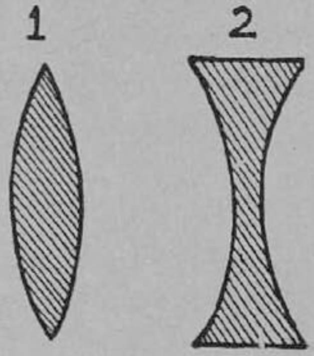
(குவிலென்ஸ், குழிலென்ஸ். பிம்பங்கள் உண்டாதல். குவிலென்ஸின் குவியத் தூரம்.)

லென்ஸ் வகைகள் : போட்டோ காமிராவில் உபயோகமாகும் 'லென்ஸ்' என்ற தகட்டுக் கண்ணாடியை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். சிறு எழுத்துக்களைப் பெரிதாகக் காட்டக்கூடிய 'பூதக் கண்ணாடி'யையும் நீங்கள் உபயோகித்திருப்பீர்கள். இவையெல்லாம் லென்ஸ் என்ற கண்ணாடி வகைகளைச் சேர்ந்தவை. மூக்குக் கண்ணாடிகள், சினிமாப்படம் காட்ட உதவும் கருவி, டெலிஸ்கோப்பு, மைக்ரோஸ்கோப்பு ஆகியவற்றில் எல்லாம் இந்த லென்ஸ்கள் பயன்படுவதால் இவற்றின் இயல்புகளைப்பற்றி நாம் அறிவது அவசியம்.

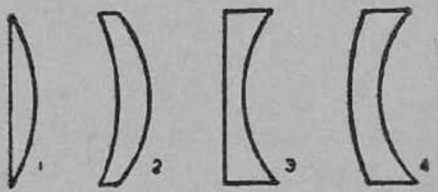
சாதாரணக் கண்ணாடியால் (அல்லது வேறு ஒளிபுகும் பொருளால்) தகடுகள் போல் அமைந்துள்ளவை லென்ஸ்கள்; இவற்றின் ஒரு பக்கமாவது கோளப் பரப்பாக இருக்கும்.

லென்ஸ்களில் முக்கியமாக இருவகைகள் உண்டு. **குவி லென்ஸ்** (convex lens) என்பது ஓரத்தில் மெலிந்தும் மையத்தில்

தடித்தும் இருக்கும். குழிலென்ஸ் (concave lens) என்பது ஓரத்தில் தடித்தும் மையத்தில் மெலிந்தும் இருக்கும்.



படம் 95. இருவகை லென்ஸ்கள்
1. இருபுறக் குவி லென்ஸ்
2. இருபுறக் குழிலென்ஸ்



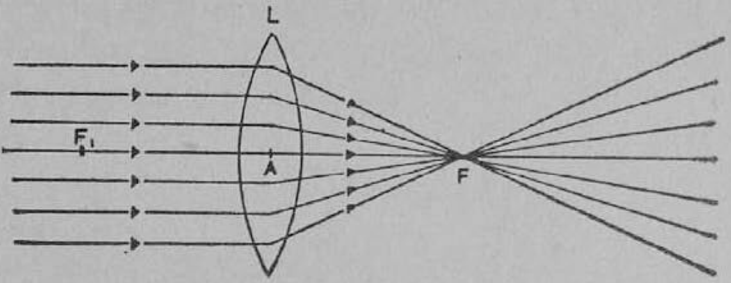
படம் 96. பிறலென்ஸ் வகைகள்
1. தட்டைக் குவிலென்ஸ்
2. குழி-குவி லென்ஸ்
3. தட்டைக் குழி லென்ஸ்
4. குவி-குழி லென்ஸ்

ஒரு குவிலென்ஸின் இரு பக்கங்களும் குவிந்திருந்தால், அது இருபுறக் குவிலென்ஸ் (double convex lens) எனப்படும். ஒரு குழிலென்ஸின் இரு பக்கங்களும் குழிந்திருந்தால் அது இருபுறக் குழிலென்ஸ் (double concave lens) எனப்படும். இந்த இருவகைகளே பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வேறு வகை லென்ஸ்களைப் படத்தில் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்.

குவிலென்ஸ்களின் வழியே புத்தக எழுத்துக்களைப் பார்த்தால், எழுத்துக்கள் பெரியனவாகக் காணப்படும்; குழிலென்ஸ்களின் வழியே பார்த்தால், எழுத்துக்கள் சிறியனவாகத் தெரியும். இருவகை லென்ஸ்களையும் வேறுபடுத்தி அறிய இச் சோதனையை உபயோகிக்கலாம்.

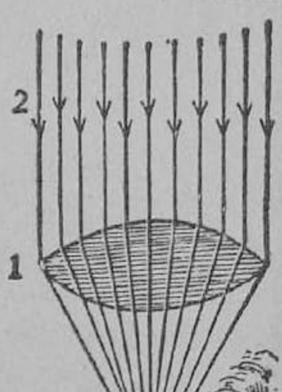
லென்ஸின் முக்கிய அச்சு: ஒரு லென்ஸின் மையப் புள்ளிக்கு அதன் **ஒளி மையம்** (optic centre) என்று பெயர். ஒளி மையத்தின் வழியே லென்ஸின் மையதளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு கோடு வரைந்து அதை இரு பக்கங்களிலும் நீட்டி விட்டால், அந்தக் கோடுதான் லென்ஸின் **முக்கிய அச்சு** (principal axis) என்று சொல்லப்படும்.

சூரிய ஒளி லென்ஸ்களில் ஒளி முறிவு அடைதல் : (1) இரு



படம் 97. குவிலென்ஸில் சூரிய கிரகணம் விலகல்
L—லென்ஸ் A—ஒளி மையம் F_1, F—குவியங்கள்

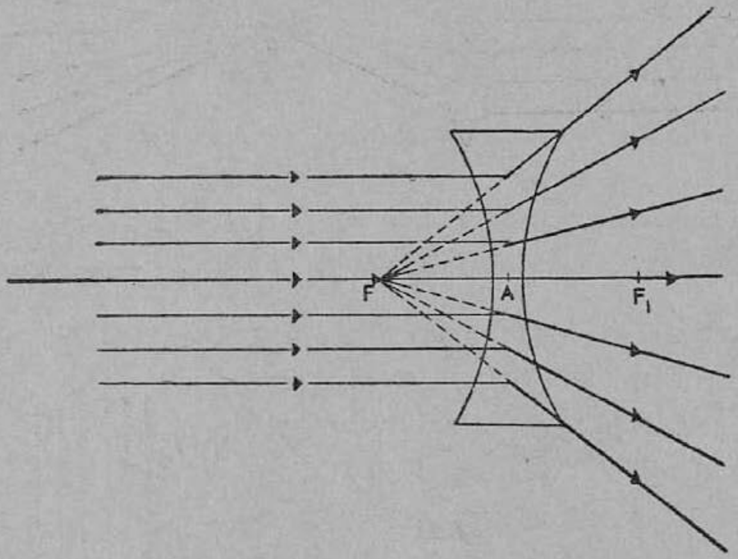
புறக் குவிலென்ஸ் ஒன்றை எடுத்து ஒரு தாங்கியில் நிறுத்து. அதன் முக்கிய அச்சுக்கு ஒருபோகாகச் செல்லும்படி சூரிய கிரணங்களை ஒரு சம தள ஆடியினுல் பிரதிபலிக்கச் செய். மறு பக்கத்தில் சீமைச் சுண்ணும்புத் தூளைத் தூவு. சூரிய கிரணக் கற்றை லென்ஸைத் தாண்டியதும் ஒருங்கு கற்றையாகி ஒரு புள்ளியில் குவிவதைக் காணலாம். இந்தப் புள்ளியில் ஒரு காகிதத்தைப் பிடித்தால், காகிதம் கருகி விடுகிறது; அல்லது எரிந்து விடுகிறது. ஒரு தீக்குச்சியின் மருந்து முனையை அதில் பிடித்தால், குச்சி பற்றி எரிகிறது. இந்தப் புள்ளியில் ஒரு திரையைப் பிடித்தால், அதில் மிகச் சிறிய, ஆனுல் பிரகாசமான, வட்டமாக சூரியனின் பிம்பம் ஏற்படுகிறது. இந்தப் புள்ளி லென்ஸின் முக்கியக் குவியம் (principal focus) எனப்படும். குவியத்திற்கும் லென்ஸின் ஒளி மையத்திற்கும் இடையிலுள்ள தூரத்திற்குக் குவியத்தூரம் (focal lenth) என்று பெயர்.



படம் 98. சூரிய கிரணம் குவிந்து, காகிதம் எரிதல்

1. குவிலென்ஸ்
2. சூரிய கிரணம்
3. காகிதம்
4. குவியம்

(2) குவிலென்ஸுக்குப் பதிலாக ஒரு குழி லென்ஸை உபயோகித்து மேற்பரிசோதனையைச் செய். திரை ஒன்றை லென்ஸின் அருகே மறு புறத்தில் வைத்து நகர்த்திக் கொண்டே போனால், லென்ஸில் ஒளிமுறிவு அடைந்த கிரணக்கற்றை, விரி



படம் 99. குழிலென்ஸில் சூரிய கிரணம் விலகல்
A—ஒளி மையம் F, F_1—குவியங்கள்

கிரணக் கற்றையாவதைக் காணலாம். இந்த விரிகிரணக் கற்றையிலுள்ள கிரணங்களைப் பின்புறம் நீட்டி விட்டால், அவை சூரிய கிரணம் விழும் பக்கத்திலேயே ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. இந்தப் புள்ளியிலிருந்து விரிகிரணக் கற்றை புறப்பட்டு வருவது போல் தோன்றும். இந்தப் புள்ளியே குழி லென்ஸின் முக்கியக் குவியம்.

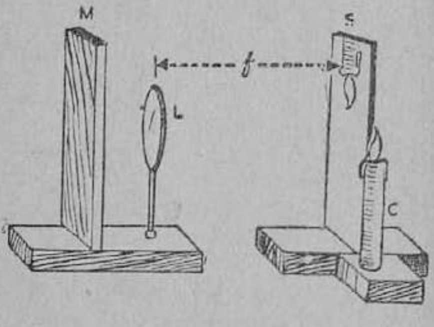
குவிலென்ஸில் தூரப் பொருளின் பிம்பம்: ஒரு குவி லென்ஸை ஒரு தாங்கியில் அமைத்து, தூரத்திலுள்ள ஒரு மரம் அல்லது ஒரு கட்டடத்திலிருந்து வரும் கிரணங்கள் அதன் முக்கிய அச்சுக்கு ஒருபோகாக வந்து விழக் கூடியபடி திருப்பு. மறு பக்கத்தில் ஒரு திரையை நிறுத்தி அதை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, தூரப் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் திரையில் விழுமாறு செய். திரைக்கும் லென்ஸுக்

கும் இடைத் தூரத்தை அள. சூரிய கிரணத்தை உபயோகித்து இந்த லென்ஸுக்குக் குவியத் தூரம் கண்டுபிடி. தூரப் பொருளின் பிம்பம் லென்ஸின் குவியத்தில் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்.

லென்ஸின் குவியத் தூரம் கண்டு பிடிக்க வழிகள் :

(1) மேற் பரிசோதனையில் செய்ததுபோல் ஒரு தூரப் பொருளின் தெளிவான பிம்பத்தைத் திரையில் பிடித்து, திரைக்கும் லென்ஸுக்கும் இடை தூரத்தை அள. இதுவே குவியத் தூரம்.

(2) ஒரு மெழுகுவர்த்தி சுவாலையை ஒரு திரைக்குப் பக்கத்தில் இருக்குமாறு அமை. இவற்றை ஒரு குவி லென்ஸுக்கு ஒரு பக்கத்தில் அமைத்துவிட்டு, மறுபக்கத்தில் ஒரு பெரிய சமதள ஆடியை லென்ஸுக்கு அருகே நிலைக்குத்தாக நிறுத்து. இப்பொழுது திரையையும் சுவாலையையும் சேர்ந்தாற்போல் லென்ஸுக்கு எதிரே முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, திரையில் சுவாலையின் தெளிவான பிம்பம் விழுமாறு செய். இப்பொழுது சுவாலையும் திரையும் லென்ஸின் குவியத்தில் இருக்கின்றன. லென்ஸிலிருந்து திரைக்கு உள்ள தூரத்தை அள. இதுவே குவியத் தூரம்.



படம் 100. குவிலென்ஸின் குவியத்தூரம்
L—குவிலென்ஸ், M—சமதள ஆடி
C—மெழுகு வர்த்தி, S—திரை

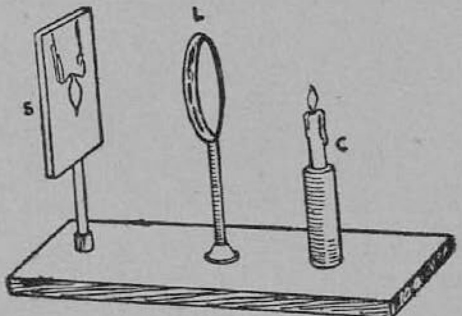
லென்ஸின் வழியே செல்லும் சில கிரணங்களின் பாதைகள் :

(1) முக்கிய அச்சுக்கு ஒருபோகாகச் செல்லும் கிரணம், லென்ஸில் ஒளி முறிவு அடைந்த பிறகு முக்கியக் குவியத்தின் வழியே செல்லும்.

(2) முக்கியக் குவியத்தின் வழியே செல்லும் ஒளிக்கிரணம் லென்ஸில் ஒளி முறிவு அடைந்து முக்கிய அச்சுக்கு ஒருபோகாகச் செல்லும்.

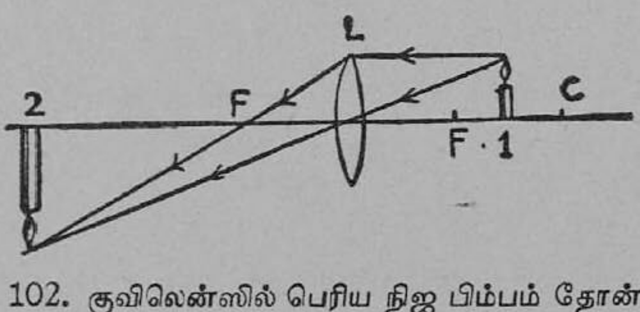
(3) (லென்ஸின் நடுப்பகுதி ஒரு சிறு செவ்வகக் கண்ணடி போன்றிருப்பதால்) ஒளி மையத்தின் வழியே செல்லும் ஒளிக்கிரணம், திசை மாற்றமின்றி நேரே செல்லும்.

பொருளின் தூரத்தை மாற்றுவதால் பிம்பத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்—பரிசோதனை : ஒரு லென்ஸின் குவியத் தூரத்



படம் 101. குவிலென்ஸில் நிஜ பிம்பம்.
L–லென்ஸ் C–மெழுகுவர்த்தி S–திரை

தைக் கண்டுபிடி. பிறகு ஒரு மெழுகுவர்த்தியைக் கொளுத்தி,



படம் 102. குவிலென்ஸில் பெரிய நிஜ பிம்பம் தோன்றுதல்
L–லென்ஸ், F–குவியம் C–இருமடங்கு குவியத்தூரத்தில் ஒரு புள்ளி
1. பொருள், 2. பிம்பம்

அதைப் பொருளாக உபயோகி. மறு பக்கத்தில் ஒரு திரையை நிறுத்து. இவை மூன்றும் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்குமாறு

அமைத்துக் கொள். லென்ஸிலிருந்து மெழுகுவர்த்தியின் தூரத்தை (u) முதலில் சுமார் 100 செ. மீ. இருக்குமாறு செய். சுவாலையின் தெளிவான பிம்பம் திரையில் விழுமாறு திரையை நகர்த்து. பிம்பத்துக்கும் லென்ஸுக்கும் இடை தூரத்தை (v) அள. u-வின் அளவைப் படிப்படியாகக் குறைத்து, பிம்பத்தின் தூரத்தை அள. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் பிம்பத்தின் தன்மைகளையும் குறித்துக் கொள். அளவுகளைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து :

எண்	பொருளின் தூரம் (u)	பிம்பத்தின் தூரம் (v)	பிம்பத்தின் தன்மைகள்
1			
2			
3			
4			
5			

அட்டவணையிலிருந்து, u குறையும்பொழுது v அதிகமாவதைப் பார். மேலும் u குறையும்பொழுது நிஜபிம்பம் பெரிதாகிக் கொண்டே போவதையும் கவனி.

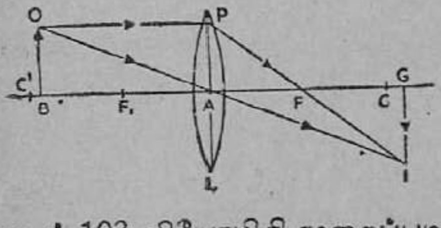
சுவாலையை F-ல் வைத்து, நிஜ பிம்பம் ஏற்படுகிறதா என்று பார்; லென்ஸுக்கும் F-க்கும் இடையில் சுவாலையை வைத்து ஏற்படும் பிம்பம் நிஜமா மாயமா என்று பார்.

நீ குறித்துக்கொண்டவைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையுடன் ஒப்பிடு.

லென்ஸின் முக்கியக் குவியத்தை F என்றும், இரு மடங்கு குவியத் தூரத்திலுள்ள புள்ளியை C என்றும் குறிப்பிடுவோம். ஒரு லென்ஸின் இரு பக்கங்களிலும் F, C என்ற புள்ளிகள் உண்டு.

எண்	பொருளின் இடம்	பிம்பத்தின் இடம்	பிம்பத்தின் தன்மைகள்
1.	தொலை தூரத்தில்	லென்ஸின் மறு பக்கம் F-ல்	நிஜம்–தலைகீழ்–சிறிது
2.	C-க்கு அப்பால்	F-க்கும் C-க்கும் இடையில்	நிஜம்–தலைகீழ்–சிறிது
3.	C-யில்	C-யில்	நிஜம்–தலைகீழ்–சம அளவு
4.	F-க்கும் C-க்கும் இடையில்	C-க்கு அப்பால்	நிஜம்–தலைகீழ்–பெரிது
5.	F-ல்	தொலை தூரத்தில் (பிம்பம் இல்லை)	[கிரணங்கள் ஒரு போகாகச் செல்கின்றன.]
6.	லென்ஸுக்கும் F-க்கும் இடையே	லென்ஸின் அதே பக்கத்தில் வெவ்வேறிடங்களில்	மாயம்–நேரானது–பெரிது

ஜியோமிதி முறைப்படி பிம்பம் வரைதல்: குவிலென்ஸின் முன்னுள்ள ஒரு பொருளின் பிம்பம் எங்கே உண்டாகும், அதன் தன்மை என்ன என்ற விவரங்களை, ஜியோமிதி முறைப்படி படம் வரைந்தும் கண்டு பிடிக்கலாம். (1) முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போகாக வரும் கிரணம் லென்ஸில் ஒளிமுறிவு அடைந்தபின் முக்கியக் குவியத்தின் வழியே செல்லும்; (2) ஒளிமையத்தின் வழியே செல்லும் கிரணம், திசை மாற்றம் இல்லாமல் செல்லும் என்ற உண்மைகளை உபயோகித்து 103, 104-ஆம் படங்கள் வரையப்பட்டுள்ளன.

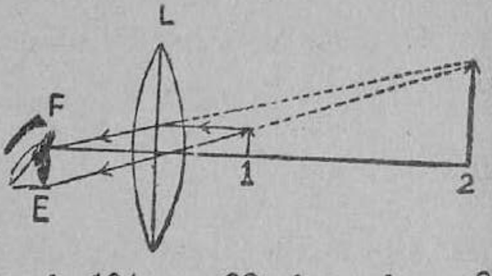


படம் 103 ஜியோமிதி முறைப்படி பிம்பம் கண்டு பிடித்தல்
L—லென்ஸ் OB—பொருள்
IG–பிம்பம்

குவிலென்ஸின் ஒரு பக்கத்தில் முக்கியக் குவியத்திற்கு அப்பால் பொருள் எங்கிருந்தாலும், மறுபக்கத்தில் தலைகீழான நிஜபிம்பம் உண்டாகிறது.

குவியத்திற்கும் லென்ஸுக்கும் இடையே பொருள் இருந்தால் அதே பக்கத்தில் பொருளின் நேரான மாய பிம்பம் உண்டாகிறது.

குவிலென்ஸ் ஒரு தனி மைக்ரோஸ்கோப்பு : குவியத்திற்கும் குவிலென்ஸுக்கும் இடையேயுள்ள பொருளுக்கு, நேரான பெரிய மாய பிம்பம் ஏற்படுவதால், இந்த லென்ஸ் தனி மைக்ரோஸ்கோப்பாகப் பயன்படுகிறது. கடிகார ரிப்பேர் செய்பவர்கள் ஒரு குவி லென்ஸின் மூலமாகத்தான் கடிகாரத்தின் நுட்பமான பாகங்களைப் பார்த்து ரிப்பேர் செய்கிறார்கள். படத்தைப் பார்த்து, பெரிய நேரான மாய பிம்பம் எவ்வாறு உண்டாகிறதென்று தெரிந்துகொள்.



படம் 104. குவிலென்ஸைத் தனி மைக்ரோஸ்கோப்பாகப் பயன்படுத்தல்
L–லென்ஸ் F–குவியம் E–கண்
1. பொருள், 2 பிம்பம்

குழி லென்ஸில் மாயபிம்பம் : குழி லென்ஸை ஒரு தாங்கியில் நிறுத்தி, அதன் ஒரு பக்கத்தில் எரியும் மெழுகுவர்த்தி ஒன்றை நிறுத்து. மறு பக்கத்தில் ஏதேனும் நிஜபிம்பம் உண்டாகிறதா என்பதைத் திரையைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார். நிஜ பிம்பம் ஏதும் கிடைப்பதில்லை. லென்ஸின் வழியே மெழுகுவர்த்தியின் சுவாலையைப் பார். அது சிறிதாகவும் நேராகவும் காணப்படுகிறது. இது சுவாலையின் சிறிய நேரான மாய பிம்பம். சுவாலையை, லென்ஸுக்கு அருகிலிருந்து வெகுதூரம் வரை நகர்த்து. சுவாலை தூரச் செல்லச் செல்ல, பிம்பம் மேன்மேலும் சிறிதாகிறது. குழி லென்ஸின் வழியே தூரப்பொருளைப் பார். அதன் சிறிய நேரான மாயபிம்பம் லென்ஸின் குவியத்தில் உண்டாகிறது.

லென்ஸ்களின் உபயோகங்கள் மிகப் பல. டெலிஸ்கோப்பு, மைக்ரோஸ்கோப்பு, பைனுக்குலர், காமிரா, படவிளக்கு போன்ற

கருவிகளில் லென்ஸ்கள் முக்கியமான பாகங்களாகும். இவற்றைப் பற்றி அடுத்த பாடத்தில் படிப்பீர்கள்.

கேள்விகள்

1. லென்ஸ் என்றால் என்ன? வெவ்வேறு வகை லென்ஸ்களைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

2. லென்ஸின் (a) முக்கிய அச்சு, (b) குவியம் இவற்றிற்கு வரையறை கூறுக.

3. தூரப் பொருளின் உதவியால் ஒரு குவி லென்ஸின் குவியத் தூரத்தை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம்?

4. தூரப்பொருளை உபயோகிக்காமல் ஒரு குவி லென்ஸின் குவியத் தூரத்தை எப்படிக் கண்டுபிடிக்கலாம்?

5. ஒரு குவி லென்ஸுக்கும் குழி லென்ஸுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களை எழுது.

6. ஒரு குவிலென்ஸில் (a) பெரிய நிஜ பிம்பம், (b) சிறிய பிம்பம், (c) பெரிய மாய பிம்பம் எப்பொழுது உண்டாகும்? ஏதேனும் ஒரு நிலையில் பிம்பம் உண்டாவதை விளக்கப் படம் வரைக.

7. குழிலென்ஸில் எத்தகைய பிம்பம் உண்டாகிறது? படம் வரைக.

8. ஒரு குவி லென்ஸை 'பூதக் கண்ணாடி' என்று சொல்வது ஏன்?

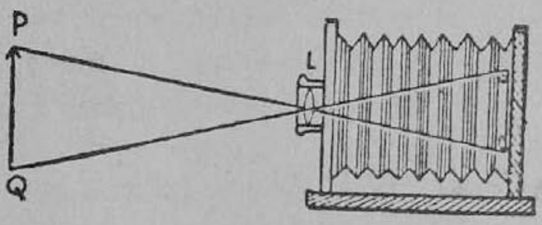
செய்முறை பயிற்சி

ஒரு குவிலென்ஸின் குவியத் தூரம் கண்டுபிடி. ஒரு மெழுகுவர்த்தி சுவாலையைப் பொருளாக உபயோகித்து, அதை லென்ஸுக்கு முன் வெவ்வேறு தூரங்களில் வைத்து, பிம்பங்களைத் திரையில் பிடி. பொருளின் தூரம், பிம்பத்தின் தூரம் இவற்றை அள. பிம்பத்தின் தன்மைகளையும் குறி.

18. ஒளிக் கருவிகள்

(போட்டோ காமிரா ; மூக்குக் கண்ணுடிகள் ; படவிளக்கு (வீழ்த்தி) ; வானசாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு ; பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு ; பைனுக்குலர் ; கூட்டு மைக்ராஸ்கோப்பு.)

போட்டோ காமிரா : குவிலென்ஸின் சாதாரண உபயோகங்களில் போட்டோ காமிரா முக்கியமானது. பெட்டி போன்ற அமைப்புடைய இக்கருவியில் முன்புறம் ஒரு குவி லென்ஸும், பின்புறம் ஒரு தேய்த்த கண்ணுடித் திரையும் இருக்கும். பெட்டி

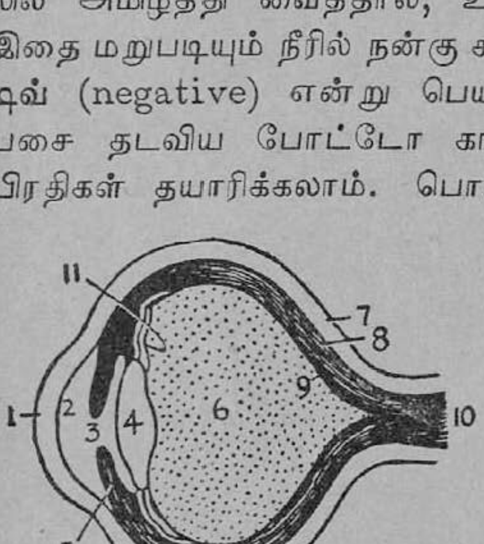


படம் 105. போட்டோ காமிரா
L—லென்ஸ், PQ—பொருள், PQ—சிறு பிம்பம்

யின் பக்கங்கள் துருத்தி போன்ற அமைப்புடையதாகவும் ஒளி புகாததாகவும் இருக்கும் ; லென்ஸுக்கும் திரைக்கும் இடை தூரத்தை ஒரளவுக்குள் தேவையானபடி மாற்றி அமைக்கலாம். சாதாரணமாக, போட்டோ காமிராவின் திரையில் தூரப் பொருளின் சிறிய தலைகீழான நிஜ பிம்பம் ஏற்படச் செய்வார்கள். பிம்பம் தெளிவாக இருக்குமாறு திரை சற்று முன்னும் பின்னும் நகர்த்தப்படும். திரை, லென்ஸின் குவியத்திற்குச் சற்று அப்பாலிருக்கும்.

பிம்பம் தெளிவாக விழுந்தபின், தேய்த்த கண்ணுடித் திரைக்குப் பதிலாக வெள்ளி குளோரைடு அல்லது வெள்ளி புரோமைடு சேர்ந்த பசை தடவிய கண்ணுடித் தகடு அல்லது பிலிம் வைக்கப்படும். இத்தகடு ஒளியினுல் பாதிக்கப்படும் ; ஆகையால் இதற்கு **ஒளிஉணர் தகடு,** அல்லது பிலிம் (sensitive plate or film) என்று பெயர். ஒன்றிரண்டு செகண்டு நேரம் பிம்பம் இத்தகட்டில் விழுந்தால் போதும் ; பிறகு ஓர் இருட்

டறையில் இந்தத் தகட்டை (அல்லது பிலிமை) எடுத்து, உரு துலக்கி (developer) என்ற கரைசலில் நனைக்க வேண்டும். பிம்பத்தின் உருவம் தெளிவாக அமைந்த பின், இதை எடுத்து நீரில் கழுவி விட்டு, ஹைப்போ (hypo) என்ற உப்புக் கரைசலில் அமிழ்த்தி வைத்தால், உருவம் தகட்டில் பதிந்துவிடும். இதை மறுபடியும் நீரில் நன்கு கழுவ வேண்டும். இதற்கு நெகடிவ் (negative) என்று பெயர். இதிலிருந்து, ஒளி உணர் பசை தடவிய போட்டோ காகிதங்களில் தேவையான படப் பிரதிகள் தயாரிக்கலாம். பொருளின் பிரகாசமான பகுதிகள், கண்ணாடித் தகட்டில் கறுப்பாக அமைவதால், அதற்கு நெகடிவ் என்ற பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது.



படம் 106. கண்ணின் அமைப்பு. 1. விழி வெண்படலம் 2. முன் கண் ரசம், 3. பாவை, 4. விழி லென்ஸ், 5. கிருஷ்ண படலம், 6. பின் கண் ரசம், 7. விழி வெளிப் படலம், 8. விழியடிக் கரும் படலம், 9. விழித்திரை, 10. பார்வை நரம்பு 11. சிலியாத் தசை

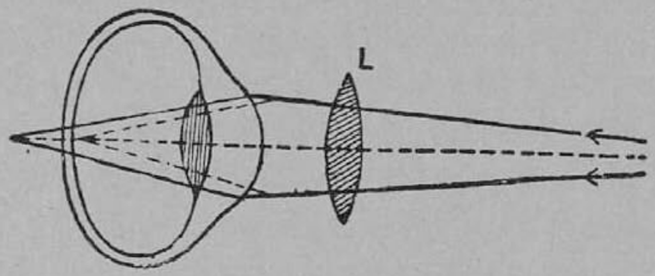
(கண்ணில்) பார்வை ஏற்படும் விதம்: கண்ணின் அமைப்பில் முக்கியமான பாகங்கள் **விழிலென்ஸும்** (crystalline lens) **விழித்திரையும்** (retina) ஆகும். விழிக்கோளம் ஒரு பெட்டி போல் அமைந்துள்ளது. ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் விழிலென்ஸில் ஒளி முறிவு அடைந்து விழித்திரையில் சிறிய தலைகீழான நிஜபிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. விழித்திரையில் பார்வை நரம்பு நுனிகள் முடிவடைகின்றன. இந்த நரம்புகள் மூளையுடன் இணைகின்றன. விழித்திரையில் ஏற்படும் பிம்பத்தினால் பார்வை நரம்பு நுனிகள் பாதிக்கப்பட்டு மூளைக்கு ஒளி உணர்ச்சி அறிவிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பிம்பம் தலைகீழாக இருந்தாலும், மூளை, பொருளின் நேரான உருவத்தை உணர்ந்து கொள்கிறது.

கண்ணின் அமைப்பும் காமிராவும்: மேற்கூறியவற்றிலிருந்து, கண்ணின் அமைப்பு காமிராவை ஒத்திருப்பதை அறியலாம். இரண்டிலும் (1) பக்கங்களில் ஒளி புகாத பெட்டியும், (2) முன்புறம் ஒரு லென்ஸும், (3) பின்புறம் ஒளி உணர் திரையும் உள்ளன. (4) இரண்டிலும் தூரப் பொருளின் சிறிய தலைகீழான நிஜபிம்பம் உண்டாகிறது. ஆனால் இரண்டுக்கும் சில முக்கிய வித்தியாசங்களும் உண்டு. (1) காமிராவிலுள்ள திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தலாம்; பொருளின் தெளிவான பிம்பம் ஏற்பட இது அவசியம். ஆனால் கண்ணின் விழித்திரையை இவ்வாறு நகர்த்தமுடியாது. (2) ஒரு காமிராவின் லென்ஸ் மாறாத குவியத்தூரமுடையது; விழிலென்ஸ் ஒளிபுகும் தசையால் ஆகியுள்ளமையால், அது சமயத்திற்கு ஏற்றபடி தடித்தோ மெலிந்தோ குவியத்தூரத்தை மாற்றிக் கொள்ளக் கூடியது. இவ்வாறு குவியத்தூரம் மாறும்படி விழிலென்ஸைத் தாங்கும் சில தசைகள் செய்கின்றன. பொருள் கண்ணுக்குமுன் எங்கிருந்தாலும் அதன் தெளிவான பிம்பம் விழித்திரையில் விழுகிறது. கண்ணின் இந்தச் சக்திக்கு தக அமைக்கும் திறன் (power of accommodation) என்று பெயர்.

கண் பார்வைக்கு ஏற்படக்கூடிய ஊனங்கள்: சாதாரணக் கண்ணால் சுமார் 10 அங்குல தூரத்திலிருந்து வெகு தூரம் வரை, பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கலாம். சாதாரணமாகப் புத்தகங்களைப் படிக்கும்பொழுது சுமார் 10 அங்குல தூரத்தில் வைத்துக் கொண்டுதான் படிக்கிறோம். இந்தத் தூரத்திற்குத் தெளிவுப் பார்வையின் அதம தூரம் (least distance of distinct vision) என்று பெயர். ஆனால் பார்வைக் குறை உள்ளவர்களால் இவ்வாறு படிக்க இயலாது.

தூரப் பார்வை (long sight): தூரப் பார்வை என்ற குறைபாடு உள்ளவர்களால் தூரப் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியும்; ஆனால் அருகேயுள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாது. இவர்கள் புத்தகத்தை 20, 25 அங்குல தூரத்தில் வைத்துக்கொண்டு படிப்பார்கள். இந்தக்

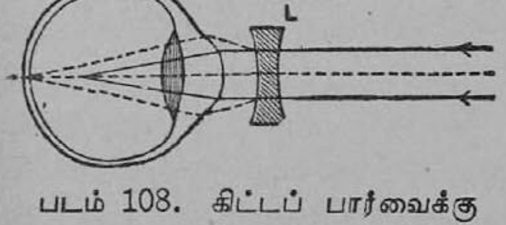
குறை ஏற்படுவதற்கு, (i) கண்ணின் தக அமையும் திறன் குறைந்துவிடுதல், (ii) விழிக்கோளம் முன்பின்னுகக் குறுகி யிருத்தல் காரணங்களாகலாம். அருகேயுள்ள பொருளின் தெளி வான பிம்பம் விழித்திரையில் விழாமல் திரைக்குப் பின்னுல்



படம் 107. தூரப் பார்வைக்கு லென்ஸ் L—குவி லென்ஸ்.

விழும்; திரையில் தெளிவான பிம்பம் விழச் செய்ய, விழிலென் ஸின் திறனை அதிகமாக்கவேண்டும். தகுந்த குவியத்தூரமுள்ள குவிலென்ஸை உபயோகித்தால், விழித்திரையில் தெளிவான பிம்பம் உண்டாகும்.

கிட்டப் பார்வை (short sight): கிட்டப் பார்வை என்ற குறைபாடு உள்ளவர்களால் அருகேயுள்ள பொருள்களைத் தெளி வாகப் பார்க்க முடியும்; ஆனுல் தூரப்பொருள்களைத் தெளி வாகப் பார்க்க முடியாது. இவர்கள் புத்தகத்தைத் தம் கண் ணுக்கு மிக அருகே வைத்துக்கொண்டு படிப்பார்கள். கண்ணின் விழி முன்பின்னுகச் சற்று நீண்டிருப்பதே இதற்கு முக்கிய காரணமாகும். தூரப் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் விழித் திரைக்கு முன்னுல் விழுந்துவிடுகிறது. விழிலென்ஸின் திறனைக் குறைத்தால்தான் தூரப் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் விழித் திரையில் விழும். தகுந்த குவியத்தூரம் உள்ள குழி

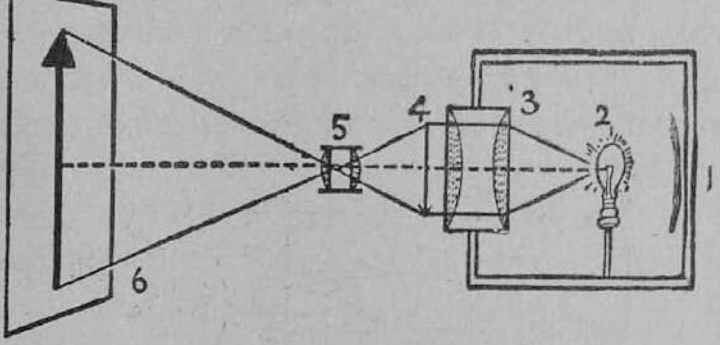


படம் 108. கிட்டப் பார்வைக்கு லென்ஸ்
L—குழி லென்ஸ்

லென்ஸை உபயோகித்தால், விழித்திரையில் தெளிவான பிம்பம் உண்டாகும். இந்த லென்ஸை உபயோகித்தால் புத்தகத்தைச் சாதாரண தூரத்தில் வைத்துக்கொண்டு படிக்கலாம்.

மூக்குக் கண்ணுடி லென்ஸ்களை உபயோகிப்பதற்குமுன்னும் பின்னும் கிரணங்கள் எவ்வாறு சென்று பிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன என்பதை 107, 108-ஆம் படங்களைப் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

படவிளக்கு (optic lantern): சினிமாவில் பிலிம் படங்களைக் காட்ட உதவும் கருவிக்கு வீழ்த்தி (projector) என்று



படம் 109. பட விளக்கு

1. குழி ஆடி, 2. விளக்கு 3. ஒளி தொகு லென்ஸ்கள்
4. ஸ்லைடு 5. வீழ்த்தி லென்ஸ் 6. திரையில் பெரிய பிம்பம்

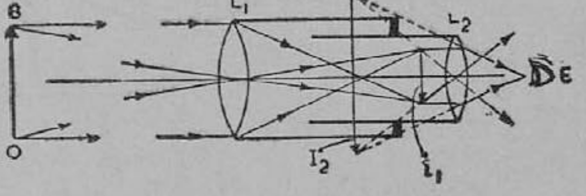
பெயர். ஒளிபுகும் கண்ணுடிப் படங்களைத் திரையில் பெரிதாகக் காட்டக்கூடிய படவிளக்கு என்ற கருவியின் அமைப்பும் சினிமா வீழ்த்தியைப் போன்றதே.

இதன் அமைப்பைப் படத்தில் பார். ஒரு பிரகாசமான விளக்கிலிருந்து வரும் ஒளிக்கிரணங்கள் ஒரு கண்ணுடிப் படத்தின்மீது (slide) விழுகின்றன. விளக்கின் பின்புறம் செல்லக்கூடிய கிரணங்களும் ஒரு குழிஆடியினுல் முன்புறம் பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன.

கண்டென்ஸர் என்ற ஒளி தொகு லென்ஸ்கள் (condensers) ஒளிக் கிரணங்களை ஸ்லைடு படத்தின்மீது விழச் செய்கின்றன. எனவே படம் பிரகாசமாகிறது. இதற்கு முன்னுல் வீழ்த்தி

லென்ஸ் என்ற ஒரு லென்ஸ் இருக்கிறது. ஸ்லைடு படம் லென்ஸினுடைய குவியத்திற்குச் சற்று அப்பால் வைக்கப்படுகிறது. தூரத்தில் உள்ள ஒரு பெரிய திரையில் பெரிய தலைகீழான நிஜ பிம்பம் உண்டாகிறது. ஸ்லைடு படத்தைத் தலைகீழாக வைத்தால், திரையிலுள்ள பிம்பம் நேராகத் தெரியும்.

டெலிஸ்கோப்பு (telescope): இது தூரத்தில் சிறிதாகத் தோன்றும் பொருளைப் பெரிதாகவும் அருகிலிருப்பது போலவும் தோன்றச் செய்யும் கருவி. இதில் பலவகைகள் இருக்கின்றன. எல்லா டெலிஸ்கோப்புகளிலும் **பொருளருகு லென்ஸ்** (object glass), **கண்ணருகு கருவி** (eye-piece) என்ற இரண்டு லென்ஸ்கள் உண்டு. இவை நீண்ட உலோகக் குழாய்களின் முனைகளில் பொருத்தப்பட்டு, இவற்றின் இடையிலுள்ள தூரத்தை மாற்றக்கூடிய விதத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.



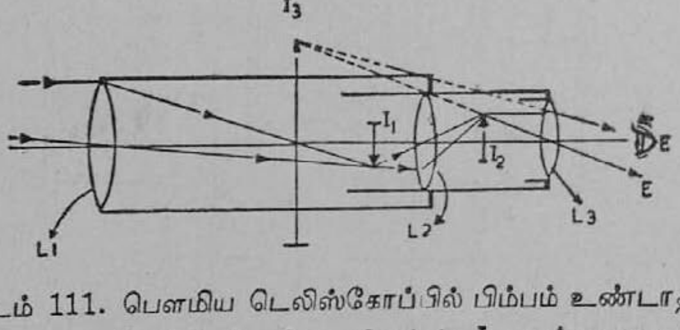
படம் 110. வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பில் பிம்பம் உண்டாதல்
OB–தூரப் பொருள் L_1– பொருளருகு லென்ஸ் L_2—கண்ணருகு கருவி
E—கண் I_1, I_2— பிம்பங்கள்

பொருளருகு லென்ஸ் என்பது அதிகமான குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிலென்ஸ். தூரப்பொருளை நோக்கி இது திருப்பப்படும்பொழுது, தூரப் பொருளின் தலைகீழான சிறிய நிஜ பிம்பம் இந்த லென்ஸின் குவியத்தில் உண்டாகும். கண்ணருகு கருவியால் இந்தப் பிம்பத்தைப் பார்க்கவேண்டும். கண்ணருகு கருவி என்பது மிகக் குறைவான குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குவிலென்ஸ். பொருளருகு லென்ஸினால் ஏற்படும் சிறிய நிஜ பிம்பம், இக்கண்ணருகு கருவியின் குவியத்திற்குச் சிறிது உட்புறமாக விழும். எனவே இந்த நிஜபிம்பத்தைக் கண்ணருகு கருவிக்குப் பொருளாகக் கொண்டால் இதனுடைய பெரிய

மாயபிம்பம் கண்ணருகு கருவியின் வழியே பார்க்கும்பொழுது தெரியும்.

பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியும்படி, கண்ணருகு கருவியைச் சிறிது முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக்கொள்ள வேண்டும். பொருளருகு லென்ஸின் குவியத் தூரம் (f_1), கண்ணருகு கருவியின் குவியத் தூரத்தைப் (f_2) போல் எத்தனை மடங்கு இருக்கிறதோ அத்தனை மடங்கு பொருள் பெரிதாகத் தெரியும். உதாரணமாக $f_1=100$ அங் ; $f_2=2$ அங். என்றால், $f_1/f_2=100/2=50$. எனவே கண்ணருகு கருவியின் வழியே பார்க்கும்பொழுது தெரியும் முடிவான பிம்பம், பொருளின் தோற்ற உருவத்தைப்போல் (apparent size) 50 மடங்கு இருப்பதாகத் தெரியும். இந்த எண், டெலிஸ்கோப்பின் உருப்பெருக்கு திறன் (magnification). இந்த டெலிஸ்கோப்பில் முடிவாகத் தெரியும் பிம்பம் தலைகீழாகத் தெரியும். இதை உபயோகித்து வான கோளங்களான சந்திரன், கிரகங்கள், நட்சத்திரங்கள் போன்றவற்றைப் பெரிதாகத் தோன்றச் செய்து பார்க்கலாம். ஆகையால் இக் கருவிக்கு **வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு** (astronomical telescope) என்று பெயர்.

பூமியிலுள்ள தூரப்பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு, முடிவாகத் தெரியும் பிம்பம் நேராக இருக்கவேண்டும். இதற்கு ஏற்ற கருவி



படம் 111. பௌமிய டெலிஸ்கோப்பில் பிம்பம் உண்டாதல்

L_1–பொருளருகுலென்ஸ் L_2–இடை லென்ஸ் L_3–கண்ணருகு லென்ஸ்

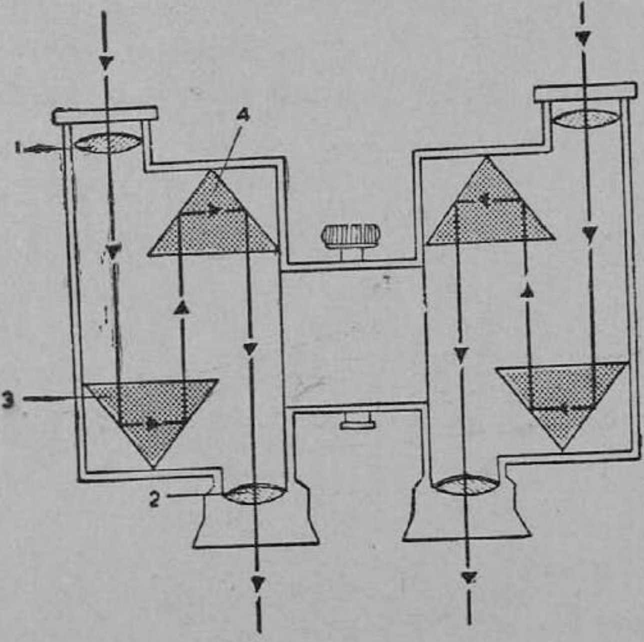
I_1–முதற் பிம்பம் I_2–இரண்டாம் பிம்பம் I_3–முடிவான பிம்பம் E—கண்

பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு (terrestrial telescope). இக்கருவியில், பொருளருகு லென்ஸினால் ஏற்படும் சிறிய நிஜபிம்பத்

திற்கும் கண்ணருகு கருவிக்கும் இடையே மற்ருெரு குவிலென்ஸ் அமைக்கப்படுகிறது. முதலில் உண்டாகும் நிஜபிம்பம் இந்த இடை லென்ஸின் இரு மடங்கு குவியத்தூரத்தில் இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது மறுபக்கத்தில் இதனுடைய தலை கீழான நிஜபிம்பம் உண்டாகிறது. பொருளுடன் ஒப்பிட்டால் இந்த நிஜபிம்பம் நேராகத் தெரியும். கண்ணருகு கருவியின் மூலம் இந்த நேரான பிம்பத்தைப் பார்க்கும்பொழுது, முடிவாகத் தெரியும் பிம்பம் நேராகத் தோன்றும்.

கலிலியோ (Galileo) என்ற விஞ்ஞானி அமைத்த ஒரு டெலிஸ்கோப்பில் கண்ணருகு கருவி குழிலென்ஸினுல் அமைந்தது. இதில் முடிவாகத் தெரியும் பிம்பம் நேராக இருக்கும். நியூட்டன், தாம் அமைத்த டெலிஸ்கோப்பில், ஒரு குழி ஆடியைப் பொருளருகு லென்ஸுக்குப் பதிலாக உபயோகித்தார்.

பைனுக்குலர் : ஒரு டெலிஸ்கோப்பின் வழியே பொருளைப்



படம் 112. பைனுக்குலர்
1—பொருளருகு லென்ஸ் 2—கண்ணருகு கருவி 3, 4—பிரிசங்கள்

பார்க்கும்பொழுது ஒரு கண்ணைத்தான் உபயோகிக்க முடியும்.

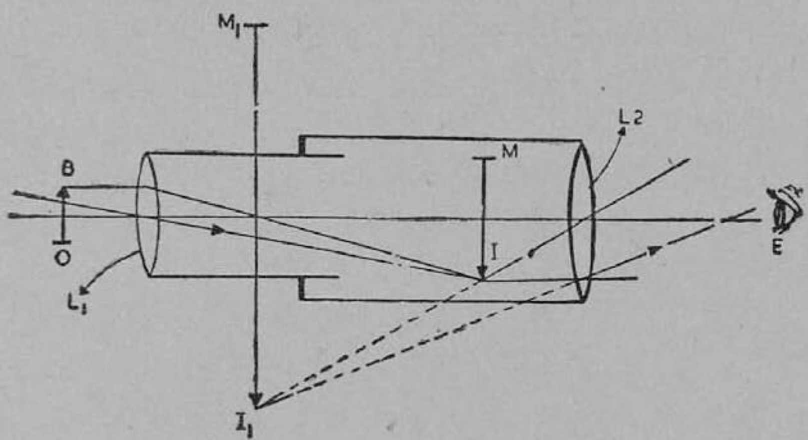
இதனுல் டெலிஸ்கோப்பில் தோன்றும் பொருள்களின் திடத் தன்மையும் அவற்றின் இடைதூரங்களும் சரியாகத் தெரிவ தில்லே. நாம் சாதாரணமாக இரண்டு கண்களேயும் உபயோகித் துப் பொருள்களேப் பார்ப்பதாலேயே பொருள்களின் திடத் தன்மையை அறிகிருேம்; இரு பொருள்களில் எது நமக்கு அருகிலுள்ளது, எது தூரத்திலுள்ளது என்பதையும் அறி கிருேம். ஆகையால் இரு கண்களாலும் பார்க்கத் தகுந்த **பைனுக்குலர்** (binoculars) என்ற கருவியில் பொருள்களின் திடத்தன்மை நன்கு தெரிகிறது.

இது இரட்டை டெலிஸ்கோப்பு. இதன் உள்ளமைப்பை 112-ம் படத்தில் பார். ஒவ்வொரு டெலிஸ்கோப்பிலும் ஒரு பொருளகு லென்ஸும் கண்ணருகு கருவியும் இருக்கின்றன. இவற்றிற்கு இடையே படத்தில் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு செங்கோண முக் கோண பிரிசங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பொருளருகு லென்ஸின் வழியே உட்புகும் கிரணங்கள் முதல் பிரிசத்தில் விழுந்து இரு தடவைகள் பிரதிபலிக்கப்பட்டு, இரண்டாவது பிரிசத்தில் விழுகின்றன. இந்தப் பிரிசத்திலும் அவை இரு தடவைகள் பிரதிபலிக்கப்பட்டுக் கண்ணருகு கருவிக்கு வரு கின்றன.

பிரிசங்களே உபயோகிப்பதால், அவை இடை லென்ஸ்போல் பயன்பட்டு, முடிவான பிம்பம் நேராகத் தெரியும்படி செய் கின்றன. மேலும் பைனுக்குலரின் நீளம் மிகவும் குறைக்கப் படுகிறது. பிரிசங்கள் அமைந்திருப்பதால், இரண்டு கண்ணருகு கருவிகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் குறைவாகவும், இரண்டு பொருளருகு லென்ஸ்களுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் அதிகமாக வும் இருக்கும்.

கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு (compound microscope): குவிலென்ஸை உபயோகித்துச் சிறு பொருள்களேப் பெரிதாகத் தோன்றச் செய்யலாம். அதற்குத் **தனி மைக்ரோஸ்கோப்பு** (simple microscope) என்று பெயர். இக்கருவியால், ஒரு பொருளே நூற்றுக்கணக்கான மடங்கு பெரிதாகத் தோன்றச் செய்ய முடியாது. இரண்டு குவிலென்ஸ்களே அமைத்துச் செய்

யப்படும் கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பின் உருப்பெருக்குத் திறன் நூற்றுக்கணக்காக இருக்கும்படி அமைக்கலாம்.



படம் 113. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் பிம்பம் உண்டாதல்
OB—பொருள் L_1—பொருளருகு லென்ஸ் L_2—கண்ணருகு கருவி
E—கண் IM—முதல் பிம்பம் I_1M_1—முடிவான பிம்பம்

கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் குறைவான குவியத் தூர முடைய ஒரு குவி லென்ஸ் பொருளருகு லென்ஸாகவும், இதை விட அதிகமான குவியத் தூரமுள்ள குவிலென்ஸ் கண்ணருகு கருவியாகவும் பயன்படும். பொருளருகு லென்ஸின் குவியத் திற்குச் சற்று அப்பால், ஆராய்ச்சிக்குரிய சிறு பொருள் ஒரு கண்ணுடி மேடைமீது வைக்கப்படும். இந்தப் பொருளின் பெரிய தலைகீழான நிஜ பிம்பத்தைப் பொருளருகு லென்ஸ் உண்டாக்கும். கண்ணருகு கருவியின் வழியாக இந்தப் பிம் பத்தைப் பார்க்க வேண்டும்; அப்பொழுது அது மேலும் பன் மடங்கு பெரிதான மாய பிம்பமாகத் தெரியும். இரண்டு லென்ஸ் களும் பொருளின் உருவத்தை உருப் பெருக்குகின்றன. முடி வாகத் தெரியும் பிம்பம் தலைகீழாக இருக்கும்; சிறு பொருள் களைப் பார்க்கும் பொழுது பிம்பம் தலைகீழாகத் தெரிவதால் இடர்ப்பாடு எதுவுமிராது. வைத்தியர்கள் ரத்த பரிசோதனை செய்யும் பொழுதும், பாக்டீரியாக்களை ஆராயும் பொழுதும், விஞ்ஞானிகள் இலைத்துளைகள், பிராணி தாவர ஸெல்கள் முதலி

யவற்றைப் பார்க்கும் பொழுதும் பல நூற்றுக் கணக்கான உருப் பெருக்கு திறன் உள்ள மைக்ரோஸ்கோப்பைப் பயன்படுத்து கிருர்கள். இந்த மைக்ரோஸ்கோப்பில் ஒரு குழியாடி ஒளியைப் பிரதிபலித்துச் சிறு பொருளின் மீது விழச் செய்யும்.

கேள்விகள்

1. போட்டோ காமிராவில் உபயோகிக்கப்படும் லென்ஸ் சாதாரண மாக எத்தகைய பிம்பத்தை உண்டாக்குகிறது? பிம்பம் எங்கு உண்டா கிறது?

2. காமிராவுக்கும் கண்ணுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் குறிப்பிடுக.

3. நமது கண்ணில் எத்தகைய பிம்பம் உண்டாகிறது? பார்வை உணர்ச்சி எப்படி ஏற்படுகிறது?

4. பொருள் எங்கிருந்தாலும், விழித் திரையில் தெளிவான பிம்பம் உண்டாவது ஏன்?

5. தெளிவுப் பார்வையின் அதம தூரம் என்ருல் என்ன?

6. தூரப் பார்வை என்ருல் என்ன? இக்குறை எவ்வாறு உண்டா கிறது? இதை எவ்வாறு நிவர்த்திக்கலாம்? (படம் வரைக.)

7. கிட்டப் பார்வை என்ருல் என்ன? இது ஏன் ஏற்படுகிறது? இதைப் போக்கும் வழியைப் படத்துடன் விளக்குக.

8. பட விளக்கு என்ற கருவியின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

9. படவிளக்கில் ஸ்லைடு படம் எங்கே, எவ்வாறு, அமைக்கப்படும்? திரை எங்கிருக்க வேண்டும்?

10. டெலிஸ்கோப்பு என்ற கருவியின் உபயோகம் என்ன? இதன் அமைப்பிலுள்ள லென்ஸ்களின் பெயர் என்ன?

11. வானசாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பில் பிம்பம் உண்டாகும் விதத்தை விளக்க ஒரு படம் வரைக.

12. பௌமிய டெலிஸ்கோப்புக்கும் வானசாஸ்திர டெலிஸ்கோப் புக்கும் உள்ள வித்தியாசங்கள் என்ன?

13. கலிலியோ அமைத்த டெலிஸ்கோப்பின் விசேஷம் என்ன? அது எந்த வகை டெலிஸ்கோப்பு?

14. பைனுக்குலர் என்ற கருவியில் உள்ள விசேஷ அமைப்பு யாது? அதனுல் ஏற்படும் பயன்கள் என்ன?

15. பூமியிலுள்ள தூரப் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு ஒரு டெலிஸ்கோப்பை விட பைனுக்குலர் ஏன் சிறந்தது?

16. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் லென்ஸ்களின் குவியத் தூரங்கள் எவ்வாறு இருக்க வேண்டும்?

17. 20 அங்., 4 அங்., குவியத் தூரங்கள் உள்ள இரண்டு குவி லென்ஸ்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றை உபயோகித்து, (a) டெலிஸ்கோப்பு, (b) கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு எவ்வாறு அமைக்கலாம்?

செய்முறைப் பயிற்சி

இரு குவி லென்ஸ்களைக் கொண்டு, (a) டெலிஸ்கோப்பு (b) மைக்ரோஸ்கோப்பு அமைத்துப் பார்.

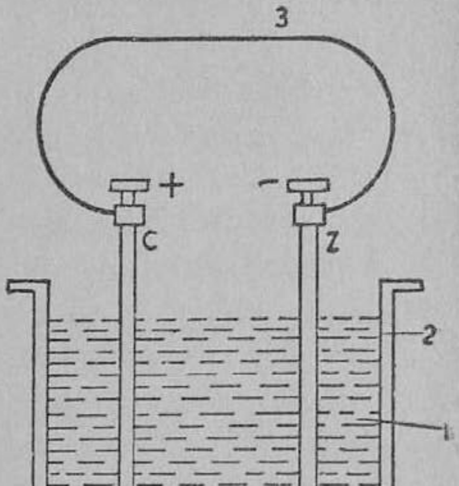
19. மின் கலங்கள்

(பிரதம மின்கலங்கள்—பாட்டரிகள்—மின் இணைப்புகள்—தொடர் அடுக்கும், பக்க அடுக்கும்.)

மின்சார யுகம்: தற்காலத்தை மின்சார யுகம் என்று கூறலாம். ஏனெனில், மின்னோட்டத்தின் உதவி கொண்டு கணக்கற்ற வாழ்க்கை வசதிகளை நாம் அமைத்துக் கொண்டிருக்கிறோம். தென்னிந்தியாவில் பைக்காரா, பாபநாசம், மேட்டூர் முதலிய இடங்களில் நீர் வீழ்ச்சியின் சக்தியை மின்னோட்ட சக்தியாக மாற்றிக் கம்பிகளின் மூலம் பெரிய நகரங்களுக்கும் பல கிராமங்களுக்கும் அனுப்புகிறார்கள். மின்னோட்டத்தை உபயோகித்து விளக்குகள் எரிக்கிறோம்; கிணறுகளிலிருந்து நீர் இறைக்கிறோம்; தொழிற்சாலைகளில் எந்திரங்களை ஓட்டுகிறோம். இத்துணை அதிக அளவில் மின்னோட்டம் உற்பத்தி செய்ய 'டைனமோ' என்ற மின்சார உற்பத்தி எந்திரம் பயன்படுகிறது.

ஆனால் முதன் முதலில் மின்னோட்டம் தயாரித்தது டைனமோவினால் அல்ல. வோல்ட்டா என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானி, மின்னோட்டம் தயாரிக்கும் வழியை முதலில் கண்டுபிடித்தார். அவர் உபயோகித்த கருவிக்கு **வோல்ட்டா மின்கலம்** (voltaic cell) என்று பெயர்.

வோல்ட்டா மின்கலம்—பரிசோதனை: ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீர் கலந்த கந்தக அமிலத்தைப் பாதிக்கு மேல் ஊற்று. ஒரு தாமிரத் தகட்டையும் ஒரு துத்தநாகத் தகட்டையும் ஒன்றையொன்று தொடாதபடி அதில் இறக்கு. அமிலத்துக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தகடுகளுடன் இணைப்புத் திருகுகளைப் பொருத்து. ஒவ்வொரு திருகுடனும், ஒரு தாமிரக் கம்பியை இணை. மின்சாரக் கைவிளக்கிலுள்ள ஒரு சிறு பல்பை எடுத்து, அதனுடன் தாமிரக் கம்பிகளின் முனைகளைத் தக்கபடி பொருத்து. பல்பிலுள்ள இழை சிவந்து ஒளிர்கிறது. ஒரு தாமிரக் கம்பியைப் பல்பிலிருந்து சிறிது விலக்கு; பல்பு ஒளி விடுவது இல்லை. பல்பை எடுத்து விட்டு, இரு தாமிரக் கம்பிகளின் முனைகளையும் இணைத்துவிடு. பிறகு ஒரு காந்த ஊசியைத் தாமிரக் கம்பிக்கு அருகே அதன் கீழே கொண்டுவா. தெற்கு வடக்காக நின்ற காந்த ஊசி, கம்பிக்குக் கீழே வந்தவுடன் தன் நிலையிலிருந்து சிறிது விலகி நிற்கிறது. ஒரு தகட்டிலிருந்து தாமிரக் கம்பியைக் கழற்றிவிடு. இப்பொழுது காந்த ஊசி தெற்கு வடக்காக நிற்கிறது.



படம் 114. வோல்ட்டா மின்கலம்
1. நீர்த்த கந்தக அமிலம்
2. கண்ணாடிப் பாத்திரம்
3. தாமிரக் கம்பி
Z–துத்த நாகம் C–தாமிரம்

மேற் பரிசோதனையில் நாம் அமைத்த கருவி ஒரு மின்கலம் ஆகும். வோல்ட்டா முதன் முதலில் அமைத்த கருவியாதலால், இதற்கு வோல்ட்டா மின்கலம் என்று பெயர். வழங்குகிறது. வோல்ட்டா மின்கலத்தில், தாமிரத் தகட்டையும் துத்தநாகத்

தகட்டையும் ஒரு தாமிரக் கம்பியால் இணைக்கும் பொழுது, தாமிரக் கம்பிக்குச் சில புதிய இயல்புகள் உண்டாகின்றன. தாமிரக் கம்பிக்குக் காந்தத் தன்மை ஏற்படுகிறது. அதனால் தான், அருகே கொண்டுவரப்பட்ட காந்த ஊசி விலகுகிறது. தாமிரக் கம்பியில் **மின்னோட்டம்** (electric current) இருப்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது. தாமிரக் கம்பியிணைப்பு பூர்த்தியாக இராமல் ஒரு சிறிது அறுபட்டிருந்தாலும் மின்னோட்டம் நின்று விடுகிறது. மின்னோட்டம் செல்லும் பாதைக்கு **மின் சுற்று** (electric circuit) என்று பெயர்.

இந்த மின் கலத்தின் வெளிச் சுற்றில் தாமிரத்தகட்டிலிருந்து, கம்பி வழியாக துத்தநாகத் தகட்டிற்கு மின்னோட்டம் செல்கிறது என்றும், மின் கலத்தின் உட்புறத்தில், துத்தநாகத் தகட்டி லிருந்து தாமிரத் தகட்டிற்கு அமிலத்தின் வழியாக மின்னோட்டம் பாய்கிறது என்றும் கருதப்படுகிறது. தாமிரத் தகட்டை **நேர் துருவம்** (positive pole) என்றும், துத்தநாகத் தகட்டை **எதிர் துருவம்** (negative pole) என்றும் சொல்வார்கள். எனவே வெளிச் சுற்றில், நேர் துருவத்திலிருந்து எதிர் துருவத்திற்கு மின்னோட்டம் பாயும் என்பது நினைவிலிருக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு மின்னோட்டம் பாய்வதற்குக் காரணமென்ன? தாமிரத் தகட்டிற்கும் துத்தநாகத் தகட்டிற்கும் மின் அழுத்தத்தில் வித்தியாசம் இருப்பதால் வெளிச்சுற்றில் தாமிரத்திலிருந்து துத்தநாகத்திற்கு மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என்று கூறலாம். துத்தநாகம் அமிலத்தில் கரையும்பொழுது மின்சக்தி வெளிப் பட்டு, இந்த **மின் அழுத்தபேதம்** (potential difference) தொடர்சியாக இருக்குமாறு செய்கிறது. இதனால் வெளிச் சுற்றில் தொடர்ச்சியான மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இவ்வாறு மின்னோட்டம் ஏற்படச் செய்யும் விசைக்கு **மின் இயக்கு விசை** (electro-motive-force) என்று பெயர்.

வோல்ட்டா மின்கலத்தில் உள்ள இணைப்புத் திருகுகளை ஒரு கால்வனு **மீட்டர்** என்கிற **மின்னோட்ட மானியுடன்** (galvanometer) சேர். அப்பொழுது மின்னோட்ட மானியி லுள்ள முள் அசைவதைப் பார். முள்ளின் அசைவிலிருந்து

மின்சுற்றில் மின்ஞேட்டம் ஏற்படுகிறது என்று அறியலாம். ஆனல் சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு மின்ஞேட்டத்தின் வலிமை குறைவதை, கால்வனமீட்டரிலுள்ள முள்ளின் ஒதுக்கம் முன்னேவிடக் குறைந்திருப்பதிலிருந்து கண்டுகொள்ளலாம்.

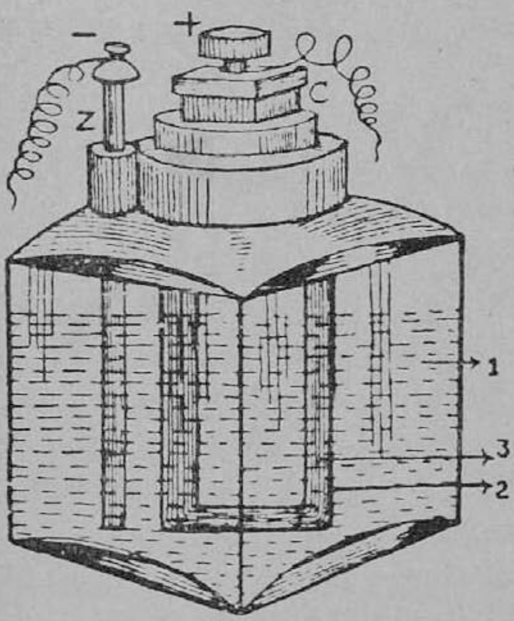
வோல்ட்டா மின்கலத்தின் குறைபாடுகள் : வோல்ட்டா மின்கலத்தில் வெளிச் சுற்றில் தாமிரக் கம்பியை இணைக்காமலிருந்தாலும், துத்தநாகம் அமிலத்தில் கரைந்து கொண்டே இருக்கும். இவ்வித நிகழ்ச்சிக்கு உள்ளிட நிகழ்ச்சி (local action) எனப் பெயர். இது துத்தநாகத்திலுள்ள அசுத்தங்களாலேயே ஏற்படுகிறது. இதனல் பொருள் வீணுகும். இந்தக் குறையைப் போக்க, துத்தநாகத் தகட்டின்மீது சிறிது பாதரசத்தைப் பூசவேண்டும்.

வோல்ட்டா மின்கலத்தில் மற்ருெரு முக்கியமான குறைபாடு உள்ளது. இது **துருவகரணம்** (polarisation) எனப்படும். வெளிச் சுற்றில் தாமிரக் கம்பியை இணைத்தால் மின்ஞேட்டம் ஏற்படுகிறது. இதைக் கொண்டு ஒரு பல்பை எரிய வைத்தால் பல்பு வர வரப் பிரகாசம் குறைந்து மங்கி விடுகிறது. இப்பொழுது தாமிரத் தகட்டைக் கவனித்தால், அமிலத்தில் மூழ்கியிருக்கும் பகுதியில், சிறு சிறு வாயுக் குமிழிகள் ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இவை ஹைடிரஜன் குமிழிகள். ஒரு புருசு (brush) கொண்டு இந்த வாயுக் குமிழிகளே நீக்கி விட்டால் மறுபடியும் பல்பு பிரகாசமாக எரியும். ஆனல் சிறிது நேரத்தில் மீண்டும், வாயுக் குமிழிகள் ஒட்டிக் கொள்வதால் பல்பு மங்கிவிடும். துத்தநாகமும் கந்தக அமிலமும் கிரியை செய்து உண்டாகும் ஹைடிரஜன், தாமிரத் தகட்டின்மீது படிவதால் மின்சார ஒட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி தான் துருவகரணம். துருவகரணம் ஏற்படாமலிருக்க வேண்டுமானல் தாமிரத் தகட்டில் ஒட்டிக் கொள்ளும் ஹைடிரஜன் குமிழிகளே உடனுக்குடன் போக்க வேண்டும். ஹைடிரஜனே ரசாயன முறையில் ஆக்ஸிகரணம் செய்து இக் குறைபாட்டை நீக்கலாம். வேறு சில மின்கலங்கள் துருவ கரணத்தைப் போக்கக் கூடிய ரசாயனப் பொருள்களே உபயோகித்து அமைக்கப்பட்டிருக்

கின்றன. இவ்வித ரசாயனப் பொருள்கள் அல்லது ஆக்ஸிகரணிகளுக்குத் **துருவத்துவம் நீக்கிகள்** (depolariser) எனப் பெயர்.

துருவத்துவம் நீக்கிகள் உபயோகித்து அமைக்கப்பட்டுள்ள மின்கலங்கள் டேனியல் மின்கலம் (Daniell cell), பைக்குரோமேட்டு மின்கலம் (Bichromate cell), புன்ஸன் மின்கலம் (Bunsen cell), லெக்லான்சி மின்கலம் (Leclanche cell) என்பனவாம்.

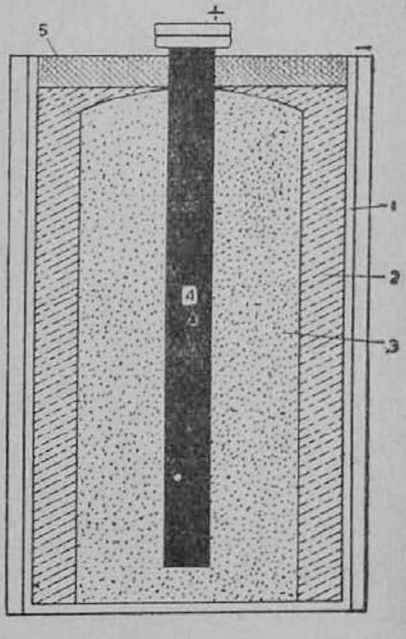
லெக்லாலான்சி மின்கலம் : படத்திலிருந்து இதன் அமைப்பைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒரு கண்ணடிப் பாத்திரத்தில் நவச்சாரம் என்ற அமோனியம் குளோரைடுக் கரைசல் ஊற்றப்பட்டிருக்கிறது. இதில் ஒரு துத்தநாகத் தண்டு எதிர் துருவமாக உள்ளது. கரைசலின் நடுவில் நுட்பமான துளைகளுள்ள மண்பாண்டம் (porous pot) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குள் மங்கனீசு-டை-ஆக்ஸைடு (manganese-di-oxide) என்ற பொருளும் கரித்தூளும் சேர்ந்த கலவை அடைக்கப்பட்டு நடுவில் ஒரு கரித்தகடு (carbon rod) செருகப்பட்டிருக்கிறது. கரித்தகடுதான் நேர் துருவம்; துத்தநாகத்தகடு எதிர் துருவம். இவற்றுடன் தாமிரக் கம்பிகளை இணைக்கத் தக்க திருகுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன.



படம் 115. லெக்லான்சி மின்கலம்
C—கரி, Z—துத்தநாகம்
1. அமோனியம் குளோரைடு கரைசல்
2. நுண் துளைப் பாண்டம்
3. மங்கனீசு டை—ஆக்ஸைடு + கரிப்பொடி

வோல்ட்டா மின்கலத்திலுள்ள தாமிரத் தகட்டுக்குப்

பதிலாகக் கரித் தகடும், கந்தக அமிலத்துக்குப் பதிலாக நவச்சாரக் கரைசலும் (ammonium chloride solution) லெக்லான்சி மின்கலத்திலுள்ளன. இந்த மின்கலத்திலிருந்து மின்னேட்டம் பெறும் பொழுது கரித் தகட்டில் ஹைடிரஜன் குமிழிகள் ஒட்டிக் கொள்ளும். ஆனல் சுற்றியுள்ள மங்கனீசு டை-ஆக்ஸைடு, சிறிது நேரத்திற்குள் ஹைடிரஜனைத் தண்ணீராக மாற்றி விடும். ஆகையால் துருவகரணம் போக்கப் படுகிறது. இந்த மின் கலத்தில் வோல்ட்டா மின்கலத்தைவிட சக்தி வாய்ந்த மின்சார ஓட்டம் ஏற்படும். இதன் மின் இயக்கு விசை 1·5 வோல்ட்டு. ஆனல் இந்த மின்கலத்தில் வெகு நேரம் தொடர்ந்து ஒரே அளவாக மின்னேட்டம் கிடைக்காது. எனவே இதைக் கொண்டு விட்டு விட்டு மின்னேட்டம் தேவையாயுள்ள மின்சார மணி, மின்சாரத் தந்தி போன்ற கருவிகளை இயக்குகிருர்கள்.



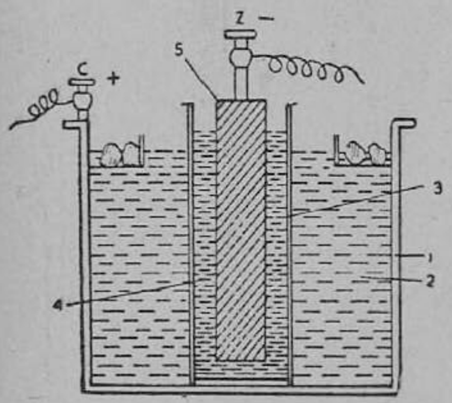
படம் 116. பசை மின்கலம்.
1. துத்தநாகப் பாத்திரம்(−)
2. நவச்சாரப்பசை 3. மங்கனீசு டை–ஆக்ஸைடு + கரிப்பொடி
4. கரித்தகடு(+) 5. கரிப்பிசின்

பசை மின்கலம் (dry cell): பசை மின்கலத்தை, சிறிது வேறுபட்ட லெக்லான்சி மின்கலம் 'என்றே கருதலாம். இதில் உபயோகிக்கும் பொருள்கள் லெக்லான்சி மின்கலத்திலுள்ள பொருள்களேயாகும். இம்மின்கலத்தின் பாகங்களைப் படத்தில் பாருங்கள். துத்தநாகத் தகட்டினல் ஆக்கப்பட்ட ஒரு சிலிண்டர் வடிவப் பாத்திரத்தின் உட்புறத்தில் நவச்சாரமும் சிறிது தண்ணீரும் கலந்து ஆக்கப்பட்ட பசை தடவப்பட்டுள்ளது. நடுவில் ஒரு கார்பன் தண்டும் இதைச் சூழ்ந்து மங்கனீசு

டை ஆக்ஸைடு + கரிப் பொடிக் கலவையும் இருக்கிறது. நுண்துளை மண்பாண்டத்திற்குப் பதிலாக ஒரு துணிப்பை உள்ளது. இந்தப் பொருள்கள் சிதறிவிடாமலிருக்க, மேற்புறம் கெட்டியான கரிப் பிசினுல் அடைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கார்பன் தண்டு, துத்தநாகப் பாத்திரம் இவற்றுடன் தனித் தனியே பித்தளைத் தகடுகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இந்த மின்கலத்தில் திரவக் கரைசல் இல்லாததால் எடுத்துச் செல்ல இது சௌகரியமானது. மின்சாரக் கைவிளக்குகளில் இரண்டு மூன்று பசை மின்கலங்களைச் சேர்த்து உபயோகிக்கிருர்கள்.

டேனியல் மின்கலம் : இந்த மின்கலத்தில் வெளிப் பாத்திரம் தாமிரத்திலாகியது. இது நேர் துருவமாக உபயோகப்படுகிறது. இப்பாத்திரத்தில் தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல் ஊற்றப்பட்டிருக்கும். இதன் நடுவில் நுண்துளைகள் உள்ள மண்பாண்டம் வைக்கப் பட்டிருக்கும். நுண்துளைப் பாண்டத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் ஊற்றப்பட்டு அதன் மத்தியில் பாதரசம் பூசப்பட்ட துத்தநாகத் தண்டு வைக்கப்பட்டிருக்கும். துத்தநாகத் தண்டு எதிர் துருவமாகும். தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல் துருவத்துவம் நீக்கியாகப் பயன்படுகிறது. தாமிரத்தில் படியும் ஹைடிரஜன் தாமிர சல்பேட்டுடன் கிரியை செய்து தாமிரமும் கந்தக அமிலமும் கிடைக்கின்றன. தாமிரம், தாமிரத் தகட்டின்மீது படிகிறது. இம் மின்கலத்தில் மின் இயக்குவிசை சற்றேறக்குறைய 1·1 வோல்ட்டு.

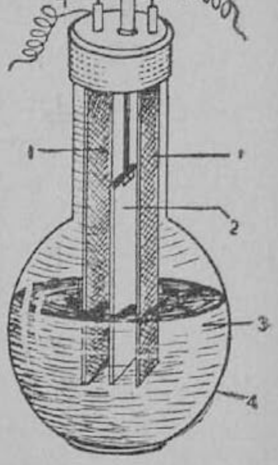


படம் 117. டேனியல் மின்கலம்.
1. தாமிரப் பாத்திரம்
2. தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல்
3. நுண்துளைப் பாண்டம்
4. நீர்த்த கந்தக அமிலம்
5. துத்தநாகத்துண்டு

Z-துத்த நாக முனை
C-தாமிர முனை

ஒரே வலிமையுள்ள மின்னோட்டத்தை இது கொடுப்பதால், மின் சார முலாம் பூசுவதில் இது அதிகம் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

புன்சன் மின்கலம் : இம் மின்கலத்திலும் இரு தனித்தனிப் பாத்திரங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. வெளிப் பாத்திரம் பீங்கானால் செய்யப்பட்டு, நீர்த்த கந்தக அமிலம் அடங்கியுள்ளது. இதன் நடுவில் நுண் துளைப் பாண்டம் வைக்கப்பட்டு அதில் அடர் நைட்டிரிக அமிலம் நிறைந்துள்ளது. இதில் கார்பன் தண்டு ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கும். வெளிப் பாத்திரத்தில் பாதரசம் பூசிய வளைந்த துத்தநாகத் தகடு வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த மின் கலத்தில் துத்தநாகத் தகடு எதிர் துருவம் ; கார்பன் தண்டு நேர் துருவம் ; நைட்டிரிக அமிலம் துருவத்துவம் நீக்கி, நைட்டிரக அமிலம் ஹைடிரஜனை நீராக மாற்றி விடுகிறது. இதன் மின் இயக்குவிசை 1·8 வோல்ட்டு.

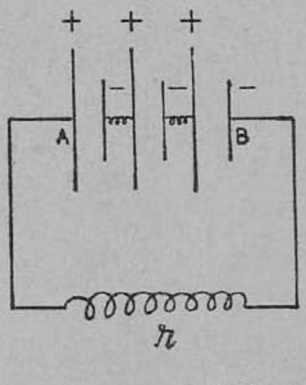


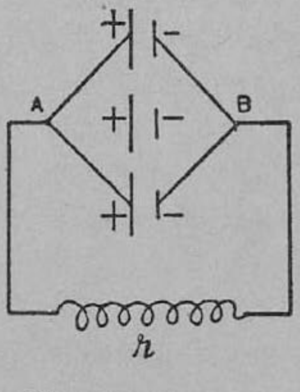
படம் 118. பைகுரோமேட்டு மின்கலம்
1. கார்பன் தகடுகள்
2. துத்தநாகத் தகடு
3. நீர்த்த கந்தக அமிலமும் பைக்குரோமேட்டுக் கரைசலும்
4. கண்ணடிப் பாத்திரம்

பைக்குரோமேட்டு மின்கலம் : இம் மின்கலத்தில் முன் கூறப்பட்ட மின்கலங்களைப் போல் இரு பாத்திரங்கள் கிடையா. ஒரு கண்ணடிப் பாத்திரத்தில் பொட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டுக் கரைசலும், நீர்த்த கந்தக அமிலமும் ஊற்றப்பட்டிருக்கும். பாத்திரத்தின் வாய் ஒரு மூடியினால் மூடப்பட்டு, மூடியிலிருந்து இரு கார்பன் தகடுகளும், இதன் நடுவே பாதரசம் பூசப்பட்ட துத்தநாகத் தகடு ஒன்றும், ஆக மூன்று தகடுகள் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். மின்னோட்டம் தேவையில்லாத பொழுது, துத்தநாகத் தகட்டை அமிலத்தில் மூழ்கியிராதபடி மேலே உயர்த்துமாறு திருகுகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த மின்கலத்தில் கார்பன் நேர் துருவம் ; துத்தநாகம் எதிர் துருவம் ;

பெட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டு, துருவத்துவம் நீக்கி பொட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டு ஹைடிரஜனை நீராக மாற்றிவிடுகிறது. இதன் மின் இயக்கு விசை 2 வோல்ட்டு. எனவே மிகவும் சக்தி வாய்ந்த மின்னோட்டம் பெறுவதற்கு இந்த மின்கலம் உபயோகமாகும்.

மின்சார இணைப்புகள் (Arrangement of cells in batteries): ஒரு தனி மின்கலத்திலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய மின்னோட்டத்தைக் காட்டிலும் அதிக சக்தி வாய்ந்த மின்னோட்டம் தேவையாகும் பொழுது, அனேக மின்கலங்களை ஒன்றாக இணைப்பது வழக்கம். இவ்வாறு பல மின்கலங்களைச் சேர்த்து இணைக்கப்பட்ட இணைப்பு, பாட்டரி (battery) எனப்படும். மின்கலங்களை இணைப்பதில் இருவகையுண்டு. ஒன்று தொடர் அடுக்கு இணைப்பு (cells in series), மற்றொன்று பக்க அடுக்கு இணைப்பு (cells in parallel).





படம் 119. மின்சார இணைப்புகள்
இடப்பக்கம்—தொடர் அடுக்கு இணைப்பு வலப்பக்கம்—பக்க அடுக்கு இணைப்பு r—மின்தடையுள்ள கம்பி

தொடர் அடுக்கு இணைப்பில் ஒரு மின்கலத்தின் எதிர் துருவத்தை, அடுத்த மின் கலத்தின் நேர் துருவத்துடனும், இரண்டாவது மின் கலத்தின் எதிர் துருவத்தை, மூன்றாவது மின்கலத்தின் நேர் துருவத்துடனும் இணைத்து, தனியே நிற்கும் முதல் மின்கலத்தின் நேர் துருவமும் கடைசி

மின்கலத்தின் எதிர் துருவமும் ஒன்று சேர்க்கப்படும். இவ்விதம் மின்கலங்களை இணைப்பதால் மின் இயக்குவிசை அதிகமாகும். 2 வோல்ட்டு மின் இயக்கு விசை உள்ள 4 மின்கலங்களை இவ் விதம் இணைத்தால் அவ்விணைப்பிலிருந்து 8 வோல்ட்டு மின் இயக்கு விசையைப் பெறலாம். இவ்விணைப்பில் கிடைக்கும் மின் இயக்கு விசை, இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்கலங்களின் மின் இயக்கு விசையின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

பக்க அடுக்கு இணைப்பில், எடுத்துக் கொண்ட மின்கலங் களின் நேர் துருவங்கள் எல்லாவற்றையும் ஒன்ருகவும், எதிர் துருவங்கள் எல்லாவற்றையும் ஒன்ருகவும் முதலில் இணைத்து, பிறகு அவ்விரண்டும் வெளிச் சுற்றில் இணைக்கப்படும். இவ்வித இணைப்பில் கிடைக்கும் மின் இயக்கு விசை ஒரு மின்கலத்தின் மின் இயக்கு விசைக்குச் சமமானதே. 2 வோல்ட்டு உள்ள மூன்று மின்கலங்களைப் பக்க அடுக்கு இணைப்பில் சேர்த்தால் கிடைக்கும் மின் இயக்கு விசை 2 வோல்ட்டுதான்.

இந்த இருவித இணைப்புகளும் மின் சுற்றுக்களில் பல வழி களில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வீடுகளில் மின் விளக்குகளை அமைக்கும்போது பெரும்பாலும் பக்க அடுக்கு இணைப்பே உப யோகிக்கப்படவேண்டும். ஏனெனில் ஒரு விளக்கு அணைந் தாலும் மற்ற விளக்குகள் எரியும். தொடர் அடுக்கு இணைப்பை உபயோகித்து அமைத்தால் ஒரு விளக்கு அணைந்தால் மற்ற விளக்குகளும் அணைந்து விடும். மின்சார முலாம் பூசுவதில் மின் கலங்கள் தொடர் அடுக்கு இணைப்பில் இணைக்கப்படுகின்றன.

கேள்விகள்

1. வோல்ட்டா மின்கலத்தின் பாகங்கள் யாவை?
2. வோல்ட்டா மின்கலத்திலுள்ள குறைபாடுகள் யாவை? அவற்றை எவ்வாறு போக்கலாம்?
3. துருவகரணம் எப்படி ஏற்படுகிறது? அது எவ்வாறு நீக்கப் படுகிறது?
4. லெக்லான்சி மின்கலத்தின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.

5. லெக்லான்சி மின்கலத்தில் துருவகரணம் எவ்வாறு நீக்கப் படுகிறது ?

6. பசை மின்கலத்தின் அமைப்பை விவரி.

7. பசை மின்கலத்திற்கும் லெக்லான்சி மின்கலத்திற்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை எழுதுக.

8. பசை மின்கலம் அதிகமாக உபயோகப்படுவதேன் ?

9. மின்கலங்களை இணைக்கும் இரு வழிகள் யாவை ? படம் வரைந்து விளக்குக.

10. டேனியல் மின்கலம், புன்ஸன் மின்கலம்—இவற்றில் துருவத் துவம் நீக்கிகள் யாவை ? அவை எவ்வாறு துருவத்துவம் நீக்கு கின்றன ?

செய்முறைப் பயிற்சி

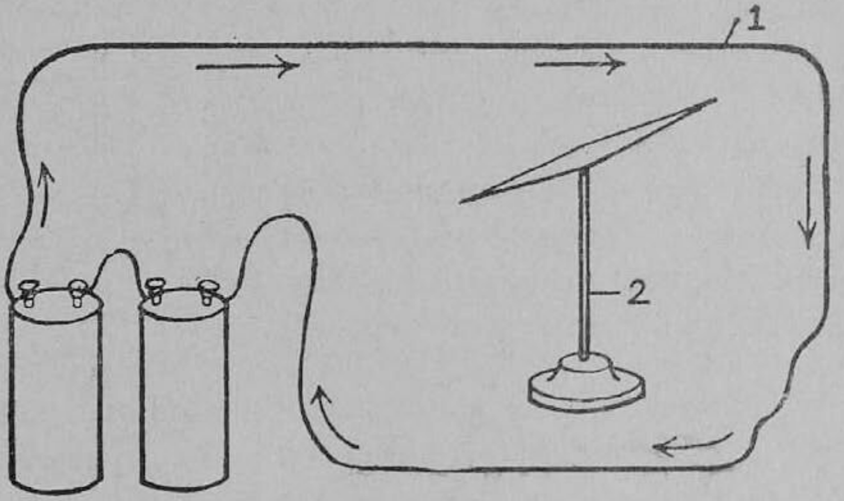
உபயோகித்துப் பயனற்ற பசை மின்கலம் ஒன்றை உடைத்து, அதிலுள்ள பொருள்களைத் தெரிந்துகொள்.

20. மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயன்

(தாற்காலிகக் காந்தமும் நிலைத்த காந்தமும் உண்டாக்குதல். கால்வ னாஸ்கோப்பு.)

மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயன்—பரிசோதனை : ஒரு காந்த ஊசியை (magnetic needle) ஒரு கூரான முளைமீது நிறுத்து. அது சிறிது நேரம் ஆடி அசைந்த பிறகு காந்தத் தென்வடல் திசையில் வந்து நிற்கிறது. இப்பொழுது இரண்டு அல்லது மூன்று லெக்லான்சி மின்கலங்களைத் தொடர் இணைப் பாகச் சேர்த்து ஒரு பாட்டரி தயார் செய். பாட்டரி முனைகளுடன் ஒரு நீண்ட காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை (insulated copper wire) இணை. இந்தக் கம்பியில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இதைத் தென்வடலாக இழுத்துப் பிடித்துக்கொண்டு, காந்த ஊசிமீது அதன் அருகே கொண்டுவா. இப்பொழுது காந்த ஊசி தன் நிலையை விட்டுச் சிறிது ஒதுங்கித் திரும்பி நிற்கிறது. இணைப்பைக் கழற்றி, தாமிரக் கம்பியில் மின்னோட்டமில்லாது செய். காந்த ஊசி தன் பழைய நிலைக்குச் சென்றுவிடுகிறது.

தாமிரக் கம்பியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திசை மாறியிருக்கும்படி கம்பியைப் பிடித்துக்கொள். இப்பொழுது காந்த ஊசி முன் விலகியதற்கு எதிராக ஒதுங்குவதைப் பார்.



படம் 120. மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவு
1. மின்னோட்டமுள்ள தாமிரக்கம்பி 2. காந்த ஊசி

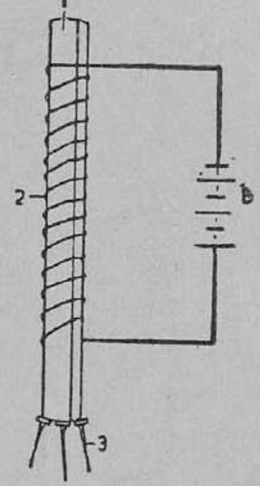
ஒரு மின்னோட்டக் கம்பிக்கு அருகேயுள்ள காந்த ஊசி எவ்வாறு திரும்பும் என்பதை அறிய, ஆம்பியர் (Ampere) என்ற விஞ்ஞானி கண்டறிந்த ஒரு விதி பயன்படும். "மின்னோட்டக் கம்பி வழியே காந்த ஊசியைப் பார்த்துக்கொண்டு ஒருவன் நீந்துவதாகக் கருதினால், காந்த ஊசியின் வடதுருவம் அவனது இடதுகைப் பக்கம் திரும்பும்."

காந்த ஊசி திரும்புவது இந்த விதியை அநுசரித்து உள்ளதா என்று சோதனை செய்து பார்.

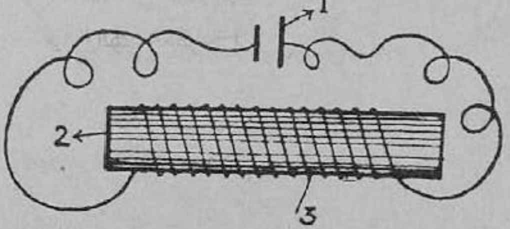
தாமிரத்திற்குச் சுயமாகக் காந்தத் தன்மை கிடையாது. ஆனால் மின்னோட்டமுள்ள தாமிரக் கம்பி காந்த சக்தியைப் பெறுகிறது. இதுவே மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயன் எனப்படுகிறது.

மின்காந்தமும் நிலைக்காந்தமும் : மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயனை உபயோகித்து மின்காந்தங்கள் செய்யலாம். காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பி ஒன்றை எடுத்து, அதை ஒரு தேனி

ரும்புக் கோலைச் சுற்றி நெருக்கமாக வரிவரியாகச் சுற்று. இப்பொழுது தாமிரக் கம்பியின் முனைகளை ஒரு பாட்டரியுடன் இணை. தேனிரும்பின் அருகே சில இரும்பு ஆணிகளைக் கொண்டுவா. ஆணிகளைத் தேனிரும்பு இழுக்கிறது. வரிச் சுற்றில் மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. ஆணிகள் விழுந்துவிடுகின்றன. மறுபடியும் மின்னோட்டம் பாயச் செய். தேனிரும்பு மறுபடியும் காந்தமாகிவிடுகிறது. இத்தகைய காந்தத்திற்கு **மின்காந்தம்** (electro magnet) என்று பெயர். இது தாற்காலிகக் காந்தம் (temporary magnet).



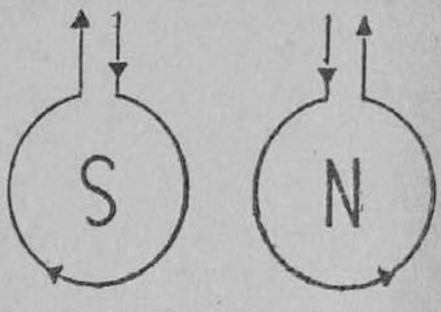
படம் 122. மின் காந்தம் ஆணிகளைத் தூக்குதல்
1. தேனிரும்பு
2. வரிச்சுற்று
3. ஆணிகள்
B—பாட்டரி



படம் 121. மின் காந்தம் செய்தல்
1. மின்கலம், 2. தேனிரும்புத் துண்டு
3. வரிச்சுற்று.

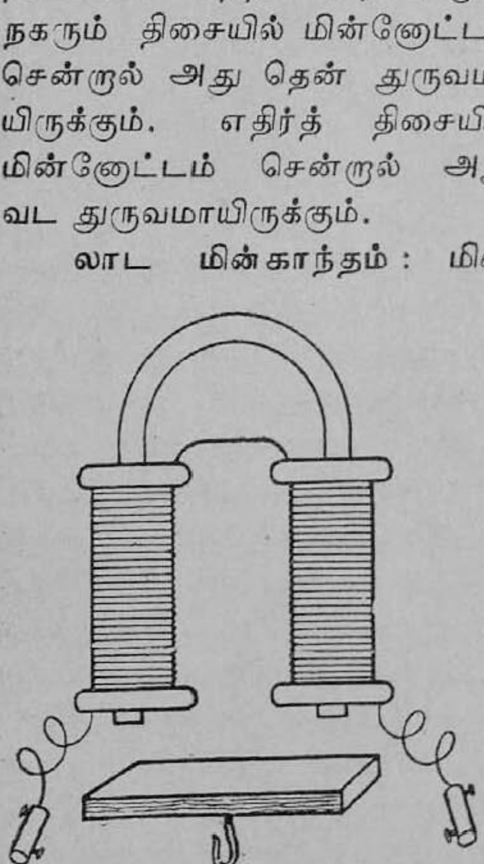
இப்பரிசோதனையில் தேனிரும்புக்குப் பதிலாக ஓர் எஃகுக் கோலை உபயோகி. வரிச்சுற்றுக் கம்பியில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்பொழுது எஃகு காந்தமாகிவிடுகிறது; பிறகு மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. எஃகை வரிச்சுற்றுக்கு வெளியே எடு; இரும்புத் தூளின் அருகே எஃகுக் கோலைக் கொண்டுபோ. எஃகு முனைகளில் இரும்புத் தூள் ஒட்டிக்கொள்கிறது. ஆகவே எஃகில் ஏற்பட்ட காந்தசக்தி மின்னோட்டத்தை நிறுத்திய பிறகுகூட இருக்கிறது; எஃகு நிலைத்த காந்தமாகி விடுகிறது. எஃகினால் மின்காந்தம் செய்யமுடியாது. எஃகை வரிச்சுற்றுக்குள் வைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி, நிலைக்காந்தங்கள் (permanent magnets) செய்யப்படுகின்றன.

வரிச்சுற்றில் உண்டாகும் காந்தத் துருவங்களை அறிய வழி : ஒரு வரிச்சுற்றில் (solenoid) மின்னோட்டம் செல்லும் பொழுது அதன் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு காந்தத்துருவம் ஏற்படுகிறது. எந்த முனையில் வடதுருவம் ஏற்படும், எதில் தென் துருவம் ஏற்படும் என்பதைக் கண்டுபிடிக்க, ஒரு முனையைப் பார்த்து நில். அந்தக் கம்பிச் சுற்றில் கடிகார முள் நகரும் திசையில் மின்னோட்டம் சென்றால் அது தென் துருவமாயிருக்கும். எதிர்த் திசையில் மின்னோட்டம் சென்றால் அது வட துருவமாயிருக்கும்.



படம் 123. வரிச் சுற்றில் காந்தத் துருவங்கள் ஏற்படும் விதம்
N–வடதுருவம்
S–தென் துருவம்

லாட மின்காந்தம் : மின்காந்தத்தைச் சட்டக் காந்தமாகவும், லாடக் காந்தமாகவும் அமைக்கலாம். ஒரு லாட மின் காந்தத்தின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளது. லாட மின்காந்தத்தினுடைய துருவங்கள் நெருங்கி யிருக்குமாதலால், இவற்றின் இடைப் பிரதேசத்தில் காந்த சக்தி அதிகமிருக்கும். காப்பிட்ட ஒரு நீண்ட தாமிரக் கம்பி, தேனிரும்பு லாடத்தின் ஒரு முனையிலிருந்து தொடங்கி வரிச் சுற்றாகச் சுற்றப்பட்டு, பிறகு மறு பக்கத்தில் எதிர்த் திசையில் வரிச் சுற்றாகச் சுற்றப்பட்டிருக்கும். கம்பியின் இரு முனைகளையும் ஒரு பாட்டரி



படம் 124. லாட மின்காந்தம்

முனைகளுடன் இணைத்தால், தேனிரும்பு காந்தமாகும். இதன் துருவங்களைக் கொக்கியுள்ள ஒரு தேனிரும்புத் துண்டினால் இணைத்தால், துருவங்கள் தேனிரும்புத் துண்டை ஆகர்ஷிக்கும். கொக்கியில் எடைகளைத் தொங்கவிட்டு, காந்தத்தின் வலிமையை அறியலாம்.

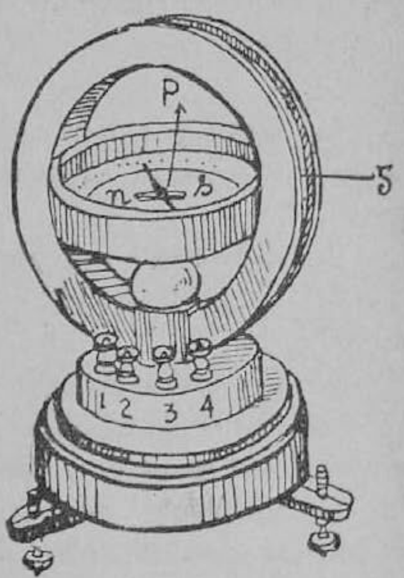
மின்காந்த வலிமையை அதிகரிக்க, (1) வரிச் சுற்றிலுள்ள கம்பிச் சுற்றுக்களை அதிகரிக்க வேண்டும்; (2) மின்னோட்ட வலிமையை அதிகரிக்கலாம். (3) தேனிரும்புத் துண்டின் குறுக்குப் பரப்பு அதிகமானால், காந்தத்தின் சக்தியும் அதிகமாகும்.

மின் காந்தத்தின் உபயோகங்கள் : கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் இருக்குமளவும் காந்தமாயிருந்து, மின்னோட்டம் நின்றதும் காந்த சக்தியை இழந்துவிடக் கூடிய தன்மை மின் காந்தத்திற்கு இருப்பதால், அது பல கருவிகளில் பயன்படுகிறது. நிலைத்த காந்தம் இக்கருவிகளில் பயன்படாது. (1) மின்சார மணி, (2) டெலிபோனின் செவிக் குழாய், (3) தந்தியில் மோர்ஸ் ஒலிப்பான் ஆகிய கருவிகளில் மின்காந்தங்கள் பயன்படுகின்றன. (4) கிரேன் (crane) என்ற பாரந்தூக்கும் கருவியில் சக்திவாய்ந்த ஒரு மின்காந்தம் பெரிய பளுக்களைத் தூக்கி வேறிடத்தில் வைக்கப் பயன்படுகிறது. (5) டைனமோ (dynamo), மின்சார மோட்டார் (electric motor) என்ற மின்சார எந்திரங்களில் மின்காந்த அமைப்புகள் உள்ளன.

மின்னோட்டங் காட்டி அல்லது கால்வனாஸ்கோப்பு : மின்னோட்டத்தை உணர்த்துவதற்குப் பயன்படும் கருவிக்குக் கால்வனாஸ்கோப்பு (galvanoscope) என்று பெயர். மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயன் இதில் உதவுகிறது. முளைமீது நிறுத்தப்பட்ட ஒரு காந்த ஊசிக்கு அருகே, காந்தத் துருவ ரேகையில் (magnetic meridian) உள்ள கம்பியில் மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது, காந்த ஊசி தன் நிலையை விட்டு விலகுகிறது என்ற உண்மையே இக்கருவியில் பயன்படுகிறது. 120-ஆம் படத்தைப் பார். அதில் காந்த ஊசிக்கு மேலே செல்லும் கம்பியிலுள்ள மின்னோட்டத்தினாலும், கீழே செல்லும் கம்பியிலுள்ள மின்னோட்டத்தினாலும் காந்த ஊசியின் வடதுருவம்

ஒரே திசையில் ஒதுங்குகிறது என்பதை ஆம்பியர் விதிப்படி பார்த்துத் தெரிந்துகொள். ஆகவே ஒரு நீண்ட கம்பியைப் பல சுற்றுக்களாகச் சுற்றி, நடுவில் காந்த ஊசியை வைத்தால், காந்த ஊசியின் ஒதுக்கம் அதிக மாயிருக்கும்.

கால்வனுஸ்கோப்பில், ஒரு மர வளையத்தில் பல சுருள்களைக் கொண்ட ஒரு கம்பி சுற்றப்பட்டிருக்கிறது. இது ஒரு மரப் பீடத்தில் செங்குத்தாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. கம்பிச் சுருளின் முனைகள் பீடத் திருகுகளுடன் இணைகின்றன. கம்பிச் சுருளின் மையத்தில் ஒரு வட்டப் பெட்டியில் ஒரு காந்த ஊசி நிறுத்தப் பட்டிருக்கிறது. இதற்குச் செங்குத்தாக உள்ள ஒரு நீண்ட அலுமினியக் காட்டி, கோண அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட ஒரு வட்டக் கோணமானியில் காந்த ஊசியின் ஒதுக்கத்தை அளக்க உதவுகிறது.



படம் 125. கால்வனுஸ்கோப்பு
1, 2, 3, 4–இணைப்புத் திருகுகள்
5. கம்பிச்சுருள்
NS—காந்த ஊசி, P—காட்டி

கால்வனுஸ்கோப்பின் உபயோகங்கள் : ஒரு மின் சுற்றில் கால்வனுஸ்கோப்பை இணைத்தால், அதில் பாயும் மின்னோட்ட வலிமைக்குத் தகுந்தபடி காந்த ஊசி ஒதுங்கும். காந்த ஊசி விலகினல் மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் இருக்கிறது என அறியலாம். இக்கருவியை உபயோகிக்கும்பொழுது முதலில் கம்பிச் சுருளைக் கொண்ட மர வளையத்தைக் காந்தத் துருவ ரேகையில் இருக்கும்படி அமைக்கவேண்டும்.

இக்கருவியை உபயோகித்து இரு வேறு மின்கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை ஒப்பிடலாம். உதாரணமாக, ஒரு லெக்லான்சி மின்கலத்தையும் ஒரு டேனியல் மின்கலத்தையும்

தனித் தனியே காலவனுேஸ்கோப்புடன் இணை. காந்த ஊசியில் ஏற்படும் ஒதுக்கங்களைக் குறித்துக்கொள். எந்த மின்கலத்திற்கு அதிக மின் இயக்கு விசை உள்ளது என்று பார்.

கேள்விகள்

1. மின்னேட்டமுடைய ஒரு தாமிரக் கம்பியினுல், முளைமீது நிற்கும் காந்த ஊசி எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது ? அதன் வடதுருவம் எவ்வாறு ஒதுங்கும் ?

2. மின்சாந்தம் என்ருல் என்ன ?

3. எஃகு, தேனிரும்பு—காந்தத் தன்மையில் இவற்றின் வேறுபாடு யாது ?

4. ஒரு மின்காந்தத்தின் வலிமையை எவ்வாறு அதிகரிக்கலாம் ?

5. மின்காந்தத்தில் வடதுருவம், தென் துருவம் எங்கு உண்டாகி யிருக்கும் என்று எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாம் ?

6. மின்காந்தம் உபயோகமாகும் கருவிகளில் நான்கு கூறுக.

7. கால்வனுஸ்கோப்பு என்ற கருவியின் படம் வரைக. இதன் உபயோகம் என்ன ?

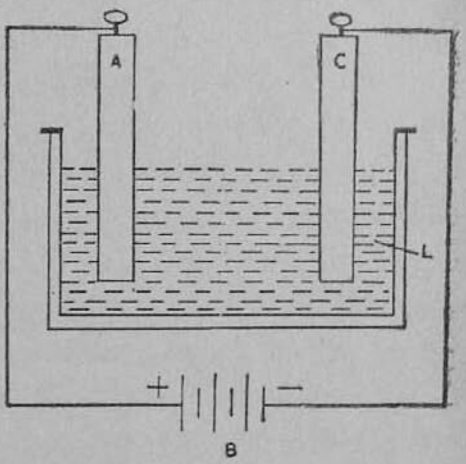
செய்முறைப் பயிற்சி

ஒரு கால்வனுஸ்கோப்பை உபயோகித்து, ஒரு லெக்லான்சி மின் கலத்தின் மின் இயக்கு விசையை ஒரு டேனியல் மின்கலத்துடன் ஒப்பிடு.

21. மின்னோட்டத்தின் ரசாயனப் பயன்

(மின்னாற் பகுப்பு, நீர் மின்முறிகலம் ; மின் முலாம் பூசுதல். இதன் பிரயோகங்கள். கிராமபோன் தட்டுகள் ; மின் அச்சு ; அலுமினியம் தயாரித்தல் ; தங்கம் சுத்தம் செய்தல் முதலியன.)

மின்னாற் பகுப்பு : சுத்தமான நீர், ஆல்கஹால், போன்ற திரவங்களின் வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. ஆனால், உப்புக்கள், அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவற்றின் கரைசல்களின் வழியே மின்னோட்டம் செல்லும். அவ்வாறு செல்லும் மின்னோட்டம் இந்தக் கரைசல்களைச் சிதைத்து ரசாயன மாற்றம் அடையச் செய்கிறது. கூட்டுப் பொருள்கள் சிதைந்து புதிய பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இதுதான் மின்னோட்டத்தின் **ரசாயனப் பயன்** (chemical effect) என்று சொல்லப் படுகிறது. மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் இந்த ரசாயனச் சிதைவுக்கு **மின்னாற் பகுப்பு** (electrolysis) என்று பெயர். மின்னாற் பகுப்பு நடைபெற உதவும் உபகரணத்திற்கு **மின்முறிகலம்** (voltameter) என்று பெயர். தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசலின் வழியே மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி ஏற்படும் மாறுதல்களைத் தெரிந்து கொள்வோம்.



படம் 126. மின் முறிகலம்
A—நேர் மின்வாய்
C—எதிர் மின்வாய், B—பாட்டரி
L—மின்னாற் பகுபொருள்

தாமிர மின்முறிகலம் (copper voltameter) : ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசலை ஊற்றி, அதில் இரண்டு தாமிரத் தகடுகளை நிறுத்து ; இவை தனித்தனியே நிற்கட்டும். இவற்றின் வெளி முனைகளை ஒரு பாட்டரி முனைகளுடன் தாமிரக் கம்பியால் இணை.

பாட்டரி முனைகளுடன் இணைக்கப்பட்ட தாமிரத் தகடு

களுக்கு **மின்வாய்கள்** (electrodes) என்று பெயர். இவற்றில் பாட்டரியின் + முனையுடன் இணைந்திருப்பது நேர்மின்வாய் (anode); – முனையுடன் இணைந்திருப்பது எதிர்மின்வாய் (cathode). பாத்திரத்தில் ஊற்றப்பட்டிருக்கும் திரவத்திற்கு **மின்னாற் பகுபொருள்** (electrolyte) என்று பெயர்.

தாமிரத் தகடுகளை நன்றாகச் சுத்தம் செய்துவிட்டு இரண்டையும் தனித்தனியே நிறுத்து எடை கண்டுபிடி. பிறகு அவற்றை மின்வாய்களாக அமைத்துவிட்டு மின்னோட்டத்தைச் சுமார் 10 நிமிஷம் செலுத்து. பிறகு மின்னோட்டத்தை நிறுத்தி விட்டு, தகடுகளை வெளியே எடுத்துப் பார். எதிர்மின்வாயான தாமிரத் தகட்டில் புதிய தாமிரப் படலம் ஒட்டியிருப்பதைக் கவனி. தகடுகளை நீரில் கழுவிய பின் உலர்த்திவிட்டு மறுபடியும் எடை கண்டுபிடி. எதிர்மின்வாயின் எடை அதிகரித்தும், நேர் மின்வாயின் எடை அதே அளவு குறைந்தும் இருக்கும். ஆகவே தாமிர மின்முறிகலத்தில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தியதால் நேர்மின்வாயிலுள்ள தாமிரம் கரைந்து, எதிர்மின்வாயில் சென்று படிந்திருக்கிறது என்று அறியலாம்.

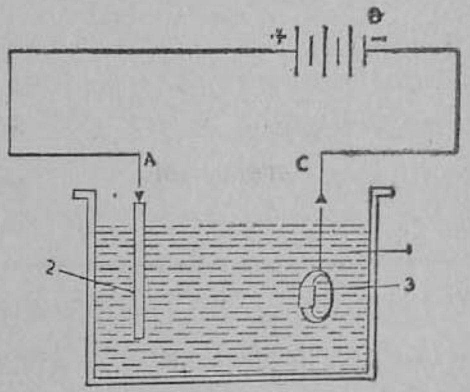
இந்த மின்முறிகலத்தில் தாமிர சல்பேட்டு என்ற உப்புத் தான் முதலில் சிதைகிறது. இதன் மூலக் கூறுகள் தாமிரப் பகுதியாகவும், சல்பேட்டு என்ற மற்றொரு பகுதியாகவும் முதலில் பிரிகின்றன. இவற்றில் தாமிரம் நேர் மின்சாரமும், சல்பேட்டு பகுதி எதிர் மின்சாரமும் பெற்றிருப்பதால் இவற்றை முறையே நேர் அயனி (positive ion), எதிர் அயனி (negative ion) என்று சொல்வார்கள். நேர் அயனிகள் எதிர்மின்வாயினால் ஆகர்ஷிக்கப் பட்டு அதில் போய் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. ஆகவே தாமிரம் எதிர் மின்வாயில் படிகிறது. எதிர் அயனிகள் நேர்மின்வாயினால் ஆகர்ஷிக்கப்படுகின்றன. இங்கு சல்பேட்டு அயனிகள் நேர் மின்வாயான தாமிரத்துடன் ரசாயன முறையில் கூடி மறுபடியும் தாமிர சல்பேட்டாகி விடுகின்றன. இதனால்தான் நேர்மின் வாயிலுள்ள தாமிரம் கரைகிறது.

முலாம் பூசுதல் (electro-plating): தாமிர சல்பேட்டைப் போலவே வேறு பல உப்புக் கரைசல்களும் மின்னோட்டத்தினால்

சிதையும்பொழுது, உலோகப் பகுதி எதிர்மின்வாயில் படிகிறது. ஆகையால், இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி முலாம் பூசுதல் செய்ய முடிகிறது.

தாமிர மின்முறிகலத்தில் தாமிர முலாம் பூசப்பட்டது. இதே போலத் தகுந்த மின்னாற்பகு பொருளேயும், உலோகத் தகடுகளேயும் உபயோகித்தால் பொருள்களுக்கு வெள்ளி முலாம், நிக்கல் முலாம், தங்க முலாம் முதலியன கொடுக்க முடியும்.

மட்டரகமான உலோகப் பொருள்களின்மீது உயர்ந்த உலோகங்களால் முலாம் பூசி, அவற்றைப் பளபளப்பாகச் செய்யலாம். மேலும், காற்றில் துருப்பிடிக்காத உலோகங்களால் பூச்சுக் கொடுத்தால், துருப் பிடிக்கும் உலோகச் சாமான்கள் நெடுங்காலம் கெடாமலிருக்கும்.



படம் 127. மின்சாரமுலாம் பூசுதல்
B—பாட்டரி A—நேர்மின்வாய்
C—எதிர் மின்வாய்
1. மின்னாற் பகு பொருள்
2. முலாத்துக்கு உரிய உலோகம்
3. முலாம் பூசப்படவேண்டிய பொருள்

ஒரு தாமிரக் கரண்டிக்கு வெள்ளி முலாம் பூச வேண்டுமானல், மின்முறிகலத்தில் தாமிரக்கரண்டியை எதிர்மின்வாயாக அமைக்க வேண்டும். நேர்மின் வாயில் ஒரு வெள்ளித் தகட்டை வைக்க வேண்டும். பொட்டாசிய—வெள்ளி சயனேடு என்ற உப்புக் கரைசலை மின்னாற்பகு பொருளாக ஊற்ற வேண்டும். சுமார் பத்து வோல்ட்டுக்கு அதிகப்படாத டேனியல் மின்கல பாட்டரியுடன் இந்த ஏற்பாட்டை இணைக்க வேண்டும். இப்பொழுது மின்னேட்டத்தைச் செலுத்தினல் நேர்மின்வாயிலுள்ள வெள்ளி கரையும்; எதிர்மின்வாயில் வெள்ளி படியும். முலாம் பூசப்பட வேண்டிய பொருள் தாமிரமல்லாத வேறு உலோகமாயிருந்தால், முதலில் அதற்குத் தாமிர முலாம் பூசிவிட்டு, பிறகு வெள்ளி அல்லது தங்க முலாம் பூசவேண்டும். அப்பொழுதுதான்

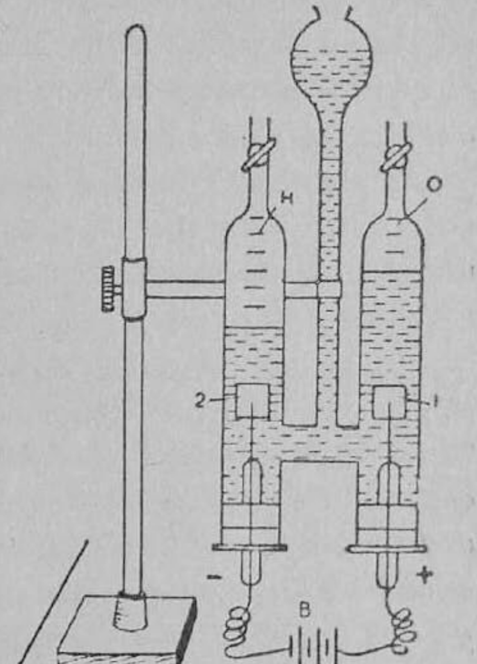
இந்த முலாம்கள் நன்ருகப் பிடிக்கும். பின்னுள்ள அட்டவணையிலிருந்து தாமிரம், வெள்ளி, தங்கம், நிக்கல் ஆகிய உலோகங்களால் முலாம் பூச என்ன என்ன பொருள்களை உபயோகிக்க வேண்டும் என்று தெரிந்து கொள்ளலாம்.

எந்த வகையான முலாம்	எதிர் மின்வாய்	நேர் மின்வாய்	மின்னுற் பகுபொருள்
1. தாமிரம்	முலாம் பூசப்பட வேண்டிய பொருள்	தாமிரம்	தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல்
2. வெள்ளி	,,	வெள்ளி	பொட்டாசிய–வெள்ளி-சயனைடுக் கரைசல்
3. தங்கம்	,,	தங்கம்	பொட்டாசிய-தங்க-சயனைடுக் கரைசல்
4. நிக்கல்	,,	நிக்கல்	நிக்கல் அமோனியம் சல்பேட்டுக் கரைசல்

மின்முலாம் பூசும்பொழுது கவனிக்க வேண்டியவை: (1) முலாம் பூசப்பட வேண்டிய பொருளைத் துரு நீக்கிச் சுத்தப் படுத்தவேண்டும். (2) மின்னேட்ட வலிமை சுமார் $\frac{1}{2}$ ஆம்பியர் இருந்தால் நல்லது. அதிக வலிமையுள்ள மின்னேட்டம் கொடுத்தால், முலாம் உறுதியாகப் படியாது; தூளாக உதிர்ந்து விடும். (3) கனமான முலாம் கொடுக்க வேண்டுமானல் அதிக நேரம் மின்னேட்டத்தைச் செலுத்த வேண்டும். (4) முலாம் பூசிய பிறகு, மின்னேட்டத்தை நிறுத்திவிட்டு, பொருளை வெளியே எடுத்து நீரில் கழுவ வேண்டும். (5) கழுவிய பின் பொருளுக்கு மெருகு கொடுக்க வேண்டும்.

நீர் மின்முறிகலம் (water voltameter): முன்னொரு வகுப்பில், மின்னேட்டத்தினல் நீரை ஹைடிரஜனகவும் ஆக்ஸிஜனகவும் பகுக்கும் பரிசோதனையைப் பற்றிப் படித்திருக்கிறீர்கள். இந்த உபகரணத்தில் மின்னுற்பகு பொருளாயிருப்பது நீர்த்த கந்தக அமிலம். மின்வாய்கள் பிளாட்டினத் தகடுகளால் ஆனவை. மின்னேட்டத்தைச் செலுத்தும்பொழுது, முதலில்

கந்தக அமிலம், ஹைடிரஜன் அயனியாகவும் சல்பேட்டு அயனியாகவும் பிரிகிறது. நேர்மின்சாரமுடைய ஹைடிரஜன் எதிர்மின்வாயில் விடுபடுகிறது. எதிர் மின்சாரமுடைய சல்பேட்டு அயனிகள் நேர்மின்வாயை அடைந்து, அங்குள்ள பிளாட்டினத்துடன் கிரியை செய்ய முடியாமல், அருகிலுள்ள நீரைத் தாக்கிப் பிரித்து, நீரிலுள்ள ஹைடிரஜனுடன் கூடி மறுபடியும் கந்தக அமிலமாகின்றன. நீரிலிருந்து பிரிந்த ஆக்ஸிஜன் நேர்மின்வாயில் விடுபடுகிறது. ஆகவே, இந்த மின்முறிகலத்தில் நீர் பிரிக்கப்படுகிறது. கன அளவுப்படி ஹைடிரஜன் : ஆக்ஸிஜன் = 2 : 1 என்ற விகிதத்தில் இருப்பதைக் காணலாம்.



படம் 128. நீர் மின்முறிகலம்
1, 2. பிளாட்டினத் தகடுகள்
B—பாட்டரி H—ஹைடிரஜன்
O—ஆக்ஸிஜன்

மின்னற்பகுப்பின் பிற உபயோகங்கள் : மின்னற்பகுப்பு பல தொழில்களுக்குப் பயன்படுகிறது. (1) தங்கம், தாமிரம் முதலிய உலோகங்களைச் சுத்தம் செய்தல், (2) சோடியம், பொட்டாசியம், அலுமினியம் போன்ற சில உலோகங்களைத் தயாரித்தல், (3) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, குளோரின் தயாரித்தல், (4) கிராமபோன் தட்டுக்கள் தயாரித்தல், (5) மின்னச்சு தயாரித்தல் — இவை முக்கியமான சில உபயோகங்களாம்.

தங்கம் சுத்தம் செய்தல் : பொட்டாசிய-தங்க சயனைடுக் கரைசலை மின்னற்பகு பொருளாகக் கொண்டு, அசுத்த தங்கக் கட்டியை நேர்மின்வாயாக அமைக்க வேண்டும். மெல்லிய

சுத்தமான தங்கத் தகடு எதிர்மின்வாயாக இருக்க வேண்டும். இப்பொழுது மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், நேர்மின்வாயிலுள்ள சுத்தமான தங்கம் மட்டும் பிரிந்து, எதிர்மின்வாயில் ஒட்டிக் கொள்ளும். இதே போல் அசுத்தமான தாமிரக் கட்டியிலிருந்து சுத்தமான தாமிரத்தைப் பிரித்து விடலாம். தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசல் மின்னாற்பகு பொருளாகும்.

அலுமினியம் தயாரித்தல்: பாக்ஸைட்டு, கிரையோலைட்டு என்ற இரு அலுமினிய தாதுக் கலவையை உருக்கி, அதை மின்னாற்பகு பொருளாகக் கொண்டு, அலுமினியம் தயாரிக்கப் படுகிறது. (ரசாயனப் பகுதி பாடம் பார்க்கவும்.)

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, குளோரின் தயாரித்தல்: சாதாரண உப்பின் கரைசலை மின்னாற்பகு பொருளாகக் கொண்டு காஸ்ட்னர்–கெல்னர் உபகரணத்தில் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடும் குளோரினும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எதிர் மின்வாயில் படிய வேண்டிய சோடியம் அருகிலுள்ள நீருடன் கிரியை செய்து சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு ஆகிறது. சோடியத்திற்குப் பதில் நேர்மின்வாயில் ஹைடிரஜன் விடுபடுகிறது. (ரசாயனப் பகுதி பாடம் பார்க்கவும்.)

கிராமபோன் தட்டுக்கள் தயாரித்தல்: கிராமபோன் இசைத் தட்டுக்கள் தயாரிப்பதற்கு, முதலில் ஒரு மெழுகு தகட்டில் ஒலியைப் பதிவு செய்கின்றனர். ஒலியின் ஸ்தாயி (pitch), உரப்பு முதலியவற்றிற்குத் தகுந்தபடி நுட்ப அலைவுகளைக் கொண்ட பள்ளமுடைய ஒரு கோடு, மெழுகு தகட்டில் வரையப் பட்டிருக்கும். இதன்மீது மிகவும் சன்னமான கிராவைட்டுத் தூளைத் (graphite powder) தூவி, அதிகப்படியான தூளைப் போக்கி விடுவார்கள். கிராவைட்டுத் தூள் தூவினால்தான் மெழுகில் மின்னோட்டம் பாயும். இதை ஒரு தாமிர மின் முறி கலத்தின் எதிர் மின்வாயாக அமைத்து, மின்னோட்டம் செலுத்துவார்கள். இப்பொழுது மெழுகு தகட்டின்மீது தாமிரம் படியும். போதுமான அளவு தாமிரம் பாய்ந்த பின், மெழுகை உருக்கி விட்டால், பள்ளமான கோடு இருந்த இடத்தில், தாமிரத்தின் மேடான கோடு இருக்கும். இதை நெகடிவ் பிரதி என்று

சொல்லலாம். இதைக் கொண்டு இளகிய வல்கனேட்டுத் தகட்டில் அழுத்தினால், முன் மெழுகு தகட்டில் இருந்தது போன்ற பள்ளமுடைய வளைகோடு அதில் உண்டாகும்.

மின் அச்சு எடுத்தல் (electro-typing): சாதாரண அச்சுக்களைக் கொண்டு தயாரித்த ஒரு புத்தகப் பக்கத்திற்கு ஒரு தாமிரத் தகட்டில் பிரதி செய்துகொள்ளும் முறைக்கு மின் அச்சு எடுத்தல் என்று பெயர். இவ்வாறு பிரதிசெய்து கொண்டால், தேவையான பொழுதெல்லாம் மறுபடியும் அச்சுக் கோக்காமல், புத்தகம் அச்சடிக்கலாம். இந்த முறை, கிராமபோன் இசைத்தட்டு தயாரிக்கும் முறை போன்றதே. சாதாரண அச்சுக்களைக் கொண்டு கோத்து அமைத்த பக்கத்தை ஒரு மெழுகு தகட்டில் பதித்தால், மெழுகில் அச்சுக்களுக்குத் தகுந்த பள்ளங்கள் உண்டாகும். இந்த மெழுகு தகட்டின்மீது கிராவைட்டுத் தூளைத் தூவி, தாமிர மின்முறிகலத்தில் அமைத்து, தாமிரம் படியச் செய்யவேண்டும். போதுமான கனம் உள்ள தாமிரம் படிந்தபின், அதை எடுத்து, மெழுகை உருக்கிவிட்டு, தாமிரத்திற்குப் பின்புறம் காரீயத்தை உருக்கி ஊற்றி, போதுமான அளவு உயரமுடையதாகச் செய்து கொள்ளலாம். தாமிரத் தகட்டில், எழுத்துக்கள் மேடாக விழுந்திருக்கும்.

கேள்விகள்

1. மின்னாற் பகுப்பு என்றால் என்ன? எத்தகைய திரவங்களை மின்னோட்டம் பிரிக்கிறது?
2. மின்வாய், மின்னாற் பகுபொருள்—இவற்றை விளக்குக.
3. தாமிர மின்முறிகலத்தில் நிகழும் மாறுதல் என்ன? இதை எப்படி நிரூபிக்கலாம்?
4. பொதுவாக மின்சார முலாம் பூசும்பொழுது கவனிக்க வேண்டியவை என்ன?
5. வெள்ளி, தங்கம், நிக்கல்—இந்த உலோகங்களை முலாம் பூசுவதற்கு மின்னாற் பகுபொருள்கள் யாவை?
6. நீர் மின்முறிகலத்தில் நீர் எவ்வாறு பிரிக்கப்படுகிறது?
7. உலோகங்களைத் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க, மின்னாற் பகுப்பு உபயோகப்படுவதற்கு உதாரணம் தருக.

8. தங்கம், தாமிரம் இவற்றை மின்னாற்பகுப்பு முறையில் எவ்வாறு சுத்தம் செய்யலாம்?

9. கிராமபோன் இசைத் தட்டுக்கள் தயாரிக்கும் முறையை விவரி.

10. மின் அச்சு எடுத்தல் முறையை விளக்கிக் கூறுக.

செய்முறைப் பயிற்சி

தாமிர மின்முறிகலம் ஒன்று தயாரித்து, ஒரு தேக்கரண்டிக்குத் தாமிர முலாம் பூசு.

22. மின்னோட்டத்தின் வெப்பப்பயன்

(மின்வெப்பக் கருவிகள்—உருகிகள்.)

மின்சார விசிறிகள், ரேடியோக்கள் முதலியவை வேலை செய்து முடிந்ததும் மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்திவிட்டு, அவைகளைத் தொட்டுப் பார்த்தால் அவை மிக உஷ்ணமாக இருப்பதை உணரலாம். எரியும்பொழுது மின்சார பல்புகள் சூடாவதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். இவற்றிலிருந்து மின்சார ஓட்டத்தினால் உஷ்ணம் உண்டாகிறது என்று அறியலாம்.

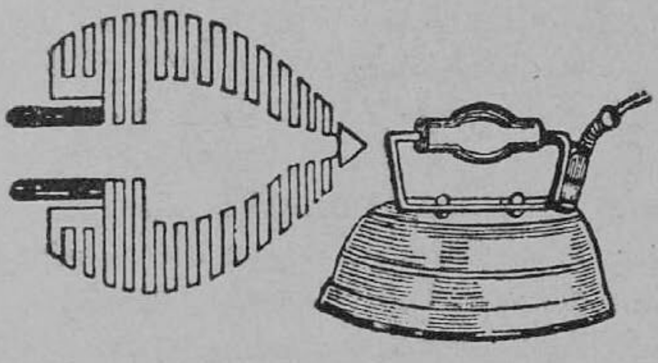
பரிசோதனை: நாலைந்து மின்கலங்களை இணைத்த ஒரு பாட்டரியின் இரண்டு கோடிகளையும் நீளமான ஒரு மெல்லிய தாமிரக் கம்பியால் இணை. சிறிது நேரம் கழித்துக் கம்பியைத் தொட்டுப் பார். கம்பியில் வெப்பம் ஏறியிருப்பதை உணரலாம். தாமிரக் கம்பிக்குப் பதிலாக அதே நீளமும் பருமனுமுள்ள இரும்புக் கம்பியையும், பிளாடினக் கம்பியையும், நிக்ரோம் கம்பியையும் தனித்தனியே பாட்டரியின் இரு கோடிகளுடன் இணைத்துக் கம்பிகளில் உண்டாகும் வெப்பத்தைக் கவனி. தாமிரத்தைக் காட்டிலும் இரும்பில் அதிகமாகவும், இரும்பைவிடப் பிளாடினத்தில் அதிகமாகவும், அதைவிட மிக அதிகமாக நிக்ரோம் கம்பியிலும் வெப்பம் உண்டாவதைக் காணலாம். இவ்விதமே மெல்லிய கம்பிகளை உபயோகித்து அவைகள் உஷ்ணமடைவதைக் கவனித்தால் மெல்லிய கம்பிகள் தடிப்பான கம்பிகளை விட உயர்ந்த உஷ்ணநிலையை அடைகின்றன என்று அறியலாம்.

இச்சோதனைகளிலிருந்து சில உலோகக் கம்பிகளில் அதிகமாகவும் சிலவற்றில் குறைவாகவும் வெப்பம் ஏற்படுகிறதென்று அறிகிறோம். கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் செல்லும்பொழுது, கம்பி மின்னோட்டத்திற்குத் தடை செய்கிறது. அத்தடையினால் வெப்பம் ஏற்படுகிறது. தடை அதிகமிருந்தால் வெப்பத்தின் அளவு அதிகமாகிறது. மின் ஒட்டத்திற்கு எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு தடை அதிகமாகிறதோ அவ்வளவுக்கு வெப்பமும் அதிகரிக்கிறது. மேலும், தடித்த கம்பிகளில் ஏற்படும் மின் தடையைவிட மெல்லிய கம்பிகளில் ஏற்படும் மின் தடை அதிகம். ஆதலால் மெல்லிய கம்பிகளில் வெப்பம் அதிகமாக உண்டாகிறது.

மின்சார உஷ்ணக் கருவிகள் : மின்சார ஒட்டத்தின் வெப்பப் பயனை உபயோகித்துப் பல மின் வெப்பக் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மின்சாரக் கெட்டில், மின்சார அடுப்பு, மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி, மின்சாரப் பற்றுசுக் கோல், மின்சாரச் சூட்டுக் கருவி, மின்சார வெப்பக் கதிர் வீசி முதலியன இவற்றிற்கு உதாரணங்களாகும். இக்கருவிகளில் நிக்கல், குரோமியம், இரும்பு என்ற மூன்று உலோகங்கள் சேர்ந்த உலோகக் கலவையான நிக்ரோம் கம்பிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இக்கம்பியில் மின்தடை அதிகம். இது எளிதில் உருகாது; துருப்பிடிக்காது; இதன் விலையும் குறைவு. நிக்ரோம் உலோகத்தை மெல்லிய கம்பிகளாக இழுக்கலாம். இத்தன்மை பொருந்தியுள்ளதனால்தான் இக்கம்பிகள் மின் வெப்பக் கருவிகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் இக்கம்பிகளின் மூலமாக மின்சாரம் பாயும்பொழுது அதிக அளவில் வெப்பம் ஏற்படுகிறது.

மின் வெப்பக் கருவிகளில் நாம் மின்னோட்டத்தின் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்தி, போதிய அளவு உஷ்ண நிலையை உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். மழை, காற்று இவைகளால் இக்கருவிகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எப்பொழுதும் ஒழுங்காகவும், விரைவாகவும், சுலபமாகவும் வேலை செய்யும். எனவே இவை மற்றைய உஷ்ணக் கருவிகளைவிடச் சிறந்தவை.

மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி: சாதாரண, கரியினுல் வேலை செய்யும், இஸ்திரிப் பெட்டியைவிட இது மிகச் சிறந்தது. கரி இஸ்திரிப் பெட்டியில் கரித்தூள் உபயோகப்படுத்தப்பெறுகிறது. இஸ்திரி போடும்பொழுது நெருப்பு துணியில் விழக்கூடும். அப் பெட்டியில் எல்லா இடங்களிலும் சூடு ஒரே அளவாக இராது. ஆதலால் சில சமயங்களில் அதிகச் சூட்டினுல் துணிகள் கருகி



படம் 129. மின் இஸ்திரிப் பெட்டியும் அதனுள் நிக்ரோம் கம்பியும்

விடக்கூடும். அதில் உண்டாகும் உஷ்ண நிலையைக் கட்டுப் படுத்த முடியாது. ஆனுல் மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியில் இக் குறைகள் காணப்படா. தேவையான உஷ்ண நிலையை உண் டாக்கிக் கொள்ள முடியுமாதலால், பட்டு, கம்பளி, பருத்தி ஆடை முதலியவைகளுக்குச் சேதமின்றி இஸ்திரி போடலாம். இப்பெட்டியின் மேல்பகுதியிலுள்ள ஒரு பிரத்தியேகமான ஸ்விச்சைக் கொண்டு உஷ்ணநிலை ஒரே சீராக இருக்கும்படி அமைத்துக் கொள்ளலாம். இக்காரணங்களினுல் மின்சார வசதி யிருக்குமிடங்களில், இப்பெட்டிகளேயே அதிக அளவில் உப யோகிப்பதைக் காணலாம்.

மின்சாரப் பற்ருசுக் கோல்: சாதாரணப் பற்ருசுக் கோல், உலையை விட்டு வெளியே எடுத்த சிறிது நேரத்திற்குள் குளிர்ந்து விடுகிறது. இக்கோலைக் கொண்டு பற்றுவைப்பதற்கு அதிக நேரம் பிடிக்கிறது. மூலை முடுக்கு பற்றவைப்பது முதலிய நுட்பமான வேலைகளைச் செய்வது கடினம். ஆனுல் மின்சாரப்

பற்ருசுக் கோலேக் கொண்டு ஒரே உஷ்ணநிலேயில் மிகவும் நுட்பமான பாகங்களுக்கு பற்றுவைக்க முடியும். எனவே இக்கருவி அதிக அளவில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

மின் வெப்பக் கதிர்வீசி : கோடைக் காலங்களில் வெயில் அதிகமிருந்தால் வெப்பத்தைக் குறைக்க மின்சார விசிறியைச் சுழலச் செய்வதை நாம் பார்க்கிருேம். அதைப் போலவே குளிர் அதிகமாக இருக்கும் காலங்களில் மின் வெப்பக் கதிர் வீசி (electric radiant heater) உபயோகிக்கப்படுகிறது. இக் கருவியில் பளபளப்பாகவும் குழி ஆடி போலவும் உள்ள ஓர் உலோகக் கிண்ணம் உள்ளது. அதன் மத்தியில் நிக்ரோம் கம்பிச் சுருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. வெளியில் பாது காப்புக்காகக் கம்பிச் சட்டம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இக் கருவியினுள் மின்சாரம் செலுத்தப்பட்டால் கம்பிச்சுருள் உஷ்ணமடைந்து வெப்பக் கதிர்வீசல் ஏற்படும். குழி ஆடி அமைப்பில் விழும் வெப்பக் கதிர்களே, அது பிரதிபலித்து, ஒரு குறித்த திசையில் செலுத்தும்.

உருகி (fuse wire) : சாதாரணமாக வீடுகளில் அல்லது கட்டடங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கம்பியின் வழியே பாயும் மின் ஓட்டத்தின் வலிமை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் அதிகரிக்கக் கூடாது. அளவுக்கு மீறி மின்னேட்டம் அதி கரித்தால் மின்னேட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்லும் தடித்த தாமிரக் கம்பிகளில் அதிக வெப்பம் ஏற்பட்டு, இவற்றின் காப்புப் பொரு ளும், பிறகு கட்டடமும் தீப்பற்றிக்கொள்ளலாம். இவ்வாருன விபத்து ஏற்படாமல் தவிர்ப்பதற்கு அமைக்கப்பட்டுள்ள சாதனங்களே உருகிகளாகும்.

கட்டடத்திற்குள் மின்னேட்டத்தை எடுத்து வரும் கம்பி களின் ஆரம்பத்தில் முக்கியமான உருகிகளும், மீட்டர் என்ற மின் அளவைக் கருவியும், பிரதான ஸ்விச்சும் அமைக்கப்படு கிறது. பிறகு இந்தக் கம்பிகளிலிருந்து கட்டடத்தின் ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் தனித்தனிக் கம்பிகள் மின்னேட்டத்தைக் கொண்டு செல்லும். இந்தக் கம்பிகளின் ஆரம்பத்திலும் தனித்தனியே உருகிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். 133-ம் படம் பார்க்கவும்.

உருகி என்பது குட்டையான மெல்லிய உலோகக் கம்பி யாகும். இது பெரும்பாலும் வெள்ளீயம், காரீயம் என்ற இரு உலோகங்களின் கலவையினுல் செய்யப்படுகிறது. வலிமையுள்ள மின்னேட்டங்களுக்குத் தாமிரக் கம்பியே உருகியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. தீப்பற்ருத பீங்கான் அல்லது வேறு பொருளினுல் ஆன பெட்டி போன்ற அமைப்புக்குள் உருகியை வைத்து மின்சாரம் பாயும் தாமிரக் கம்பிகளுடன் அது இணைக்கப்படும். மின்சுற்றில் ஓடும் மின்னேட்ட வலிமை சாதாரணமாக இருக்க வேண்டிய அளவைவிட நாலைந்து மடங்குக்கு மேல் அதிகரித்து விட்டால், உருகியில் உண்டாகும் வெப்பத்தினுல் அது திரவமாகி, மின்சுற்றைத் துண்டித்து மின்னேட்டத்தை நிறுத்திவிடுகிறது. எனவே உருகிகள் போதுமான மின் தடையுள்ளனவாகவும், தாழ்வான உருகு நிலையுள்ளனவாகவும் இருக்கின்றன.

மின்னேட்டத்தினுல் ஏற்படும் வெப்பத்தின் அளவு : மின் ஓட்டத்தின் வலிமை அதிகரித்தால் மின்சுற்றில் ஏற்படும் வெப்பம் அதிகரிக்கும் ; கடத்தியின் மின் தடை அதிகரித்தால் வெப்பம் அதிகமாகும். மின்னேட்டம் பாயும் நேரம் அதிகரித்தால் அதிக அளவில் வெப்பம் ஏற்படும். எனவே ஒரு மின்சுற்றில் ஏற்படும் வெப்பத்தின் அளவு, (1) மின் ஓட்டத்தின் வலிமை, (2) கடத்தியின் மின் தடை, (3) மின்சாரம் பாயும் நேரம், இம் மூன்றையும் பொறுத்துள்ளது. ஒரு சுற்றில் ஏற்படும் வெப்பத்தை $H = C^2Rt/4{\cdot}2$ என்ற சாம்யத்திலிருந்து கணக்கிடலாம். இதில் H என்பது, வெளிப்படும் வெப்பத்தைக் கலோரி அளவில் குறிக்கிறது ; C என்பது ஆம்பியரில் மின்னேட்டத்தையும், R என்பது ஓம் அளவில் மின் வெப்பக் கருவியிலுள்ள மின் தடையையும், t என்பது செகண்டில் நேரத்தையும் குறிக்கின்றன.

கேள்விகள்

1. கம்பிகளின் வழியே மின்னேட்டம் செல்லும்பொழுது வெப்பம் ஏற்படுவது ஏன் ?

2. ஒரு கம்பியில் மின்சார சக்தி வெப்பமாக மாறுவதற்கு அதன்—— அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

3. மின் வெப்பக் கருவிகளில் சாதாரணமாக உபயோகிக்கப்படும் கம்பி யாது? ஏன்?

4. மின் வெப்பக் கருவிகளில் சிலவற்றைக் கூறுக.

5. நிக்ரோம் கம்பியின் விசேஷத் தன்மைகள் யாவை?

6. சாதாரண வெப்பக் கருவிகளைவிட மின் வெப்பக் கருவிகள் எவ் விதங்களில் சிறந்தவை?

7. உருகு கம்பி அல்லது உருகி எந்த உலோகத்தினுல் செய்யப்படு கிறது? ஏன்?

8. உருகியின் உபயோகம் யாது?

9. கம்பியில் மின்னேட்டத்தினுல் உண்டாகும் வெப்பத்தின் அளவு எவற்றைப் பொறுத்தது?

10. மின்னேட்டக் கம்பி, உருகி, மின் வெப்பக் கருவிகளில் உபயோக மாகும் கம்பி—இவைகளின் தன்மை எப்படி யிருக்கவேண்டும்? இவை எந்த உலோகங்களால் செய்யப்படுகின்றன?

23. மின்னேட்டத்தின் ஒளிப்பயன்

(இழை விளக்குகளும், ஆவி விளக்குகளும்.)

மின்னேட்டமும் ஒளியும்: மின்னேட்டத்தினுல் எரியும் பலவகையான விளக்குகள் தற்காலத்தில் எங்கும் உபயோகத்தி லுள்ளன. நீர்வீழ்ச்சியின் சக்தியை மின் சக்தியாக மாற்றி விநியோகிக்கும் வசதியுள்ள இடங்களிலெல்லாம், கிராமங்களில் கூட மின்விளக்குகள் எரிவதைக் காண்கிறோம். மின் விளக்குகள் அதிகமான பிரகாசத்தைக் கொடுப்பதுடன், உபயோகிப்பதற்கும் சௌகரியமானவை. கரிப்புகையோ, கார்பன் டை ஆக்ஸைடோ, இவை எரிவதால் உண்டாவதில்லை; இவற்ருல் தீ விபத்துக்கள் அதிகம் ஏற்படுவதில்லை. இக்காரணங்களால், மின்சார விநியோக முள்ள இடங்களிலெல்லாம் மக்கள் மின் விளக்குகளையே விரும்பு கிருர்கள்.

மின் விளக்குகளில் முக்கியமாக இரண்டு வகையான விளக்குகள் உள்ளன. இழை விளக்கு (filament lamp) என்பது ஒரு வகை. இந்த விளக்கிலுள்ள ஓர் உலோக இழை

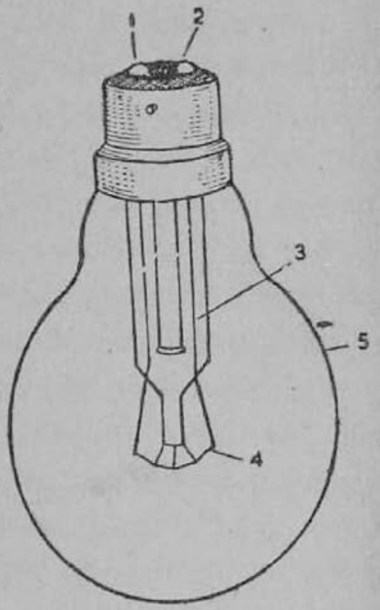
மின்னோட்டத்தினால் உண்டாகும் வெப்பம் காரணமாக வெண் சுடர் நிலையடைந்து ஒளிர்கிறது. ஆகவே இந்த விளக்கில் ஏற் படும் ஒளிப்பயன் என்பது, முதலில் ஏற்படும் வெப்பப் பயனைப் பொறுத்திருக்கிறது. மின் சக்தியில் பெரும் பகுதி வெப்ப சக்தி யாகவே மாற்றப்படுகிறது ; சுமார் ஐந்து சத வீத சக்தியே ஒளி யாகிறது. ஆவி விளக்குகள் (vapour lamps) மற்றொரு வகை. அழுத்தம் மிகவும் குறைக்கப்பட்ட, (அனேகமாக வெற்றிட மென்று சொல்லத் தகுந்த) குழாயில் மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது, குழாயிலுள்ள ஆவி ஒளிர்கிறது. இதுவே ஆவி விளக்குகளின் தத்துவம்.

மின்சார இழை விளக்கு : மின்சார இழை விளக்கு முதன் முதல் எடிசன் என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானியால் அமைக்கப் பட்டது. இவர் மெல்லிய கார்பன் அல்லது கரி இழையைத் தயா ரித்து ஒரு கண்ணாடி பல்பில் அமைத்து, பல்பிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றி விட்டு, கார்பன் இழையின் மூலம் சக்தி வாய்ந்த மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினார். இழை வெண்சுடர் நிலை யடைந்து ஒளி விட்டது. கார்பன் இழையின் மின் தடை அதிக மாதலால், மின்சாரம் அதன் வழியே பாயும்பொழுது, மின்சார சக்தி முதலில் வெப்ப சக்தியாக மாறி, பிறகு ஒளியைத் தருகிறது. இத்தகைய விளக்குகள் சில காலம் உபயோகத் திலிருந்தன.

டங்ஸ்டன் உலோகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு, இந்த உலோகத்தின் இழைகளைக்கொண்ட மின்சார பல்புகள் அமைக் கப்பட்டன. டங்ஸ்டனின் உருகு நிலை மிகவும் அதிகம். அது 3600° ச. க்கு மேலாகும். எனவே டங்ஸ்டன் கம்பி வழியாக மிகவும் வலிமை உள்ள மின்சாரம் செலுத்தப்படலாம். கார்பன் இழை கொண்ட விளக்குகளைவிட டங்ஸ்டன் இழை கொண்ட விளக்குகள் அதிக காலம் உழைக்கின்றன ; அதிக ஒளியைத் தருகின்றன. ஆதலால் இவ்விளக்குகளே தற்காலத்தில் பெரு வாரியாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டு உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

மின்சார விளக்கின் (பல்பின்) அமைப்பு : பல்பின் நடுவில் உள்ள கண்ணாடிக்குச்சியில் மெல்லிய டங்ஸ்டன் இழை

பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இழையின் இரு முனைகள் இரு தாமிரக் கம்பிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பல்பி லுள்ள காற்று அகற்றப்பட்டு, வெளிக் காற்று உட்புகாதபடி அடைக்கப்படு கிறது. இவ்வமைப்புள்ள கண்ணாடி பல்பு, பாரிஸ் சாந்தினால் ஒரு பித்த ளைக் கூட்டில் பொருத்தப்பட்டிருக் கிறது. இவ்வித பல்புகள் வெற்றிட **பல்புகள்** (vacuum bulbs) எனப் படும். தற்காலத்தில் பல்புகளின் உட் புறம் வெற்றிடமா யிராமல், நைட்டிர ஜன், ஆர்கான் போன்ற ஜடவாயுக் களால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. ஏனெனில் வெற்றிட பல்புகளை விட வாயு நிரப்பப்பட்ட பல்புகள் அதிக நாள் உழைக்கின்றன; அதிகப் பிர காசத்தைக் கொடுக்கின்றன. தற் காலத்தில் உபயோகிக்கப்பட்டு வரும் பல்புகளில் அதிக நீளமான டங்ஸ்டன் கம்பி இழையைச் சுருட்டிய சுருளாக (coiled coil)ச் செய்து, குட்டை யாக்கி, சில தாங்கிகளில் பொருத்தி வைக்கிறார்கள். சுருட்டிய சுருளின் முனைகளைத் தாங்கும் தடித்த கம்பிகள், வெளியே யுள்ள மின் னோட்டக் கம்பிகளுடன் இணையும்.



படம் 130. மின் விளக்கு
1, 2. மின்னோட்டக் கம்பிகள் இணையும் இடங்கள்
3. கண்ணாடிக் குச்சி
4. டங்ஸ்டன் இழை
5. கண்ணாடிக் குமிழ்

மெல்லிய டங்ஸ்டன் கம்பிச் சுருளில் மின்சாரம் பாயும் பொழுது அக் கம்பி சுமார் 2400° ச. உஷ்ண நிலை யடைகிறது. இது வெண்சுடர் நிலை யாகையால், கம்பியிலிருந்து வெண்ணிற ஒளி உண்டாகிறது. மின்னோட்டத்தை நிறுத்தி விட்டால் கம்பி குளிர்ந்து பழைய நிலையை அடைகிறது. எனவே மின்சார பல்புகளில் மின் சக்தி உஷ்ண சக்தியாக மாறிப் பிறகு ஒளிச் சக்தியாக மாறுகிறது. பொதுவாக எல்லா உலோகக்

கம்பிகளும் வெண்சுடர் நிலையில் காற்றுடன் சம்பந்தப் பட்டால் ஆக்ஸிகரணமடைந்து விடும். ஆதலால்தான், மின்சார பல்புகளிலுள்ள காற்றை அகற்றிவிட்டு பல்புகள் தயாரிக்கப் பட்டன. ஆயினும் வெற்றிடத்தில் டங்ஸ்டன் இழை வெண்சுடர் நிலையில் இருக்கும்பொழுது அது சிறிது சிறிதாக ஆவியாகும்; இதனால் இழை விளக்கின் ஆயுட் காலம் குறைவாகவே இருந் தது. வெற்றிடத்தில் நைட்டிரஜன் அல்லது ஆர்கான் போன்ற ஜடவாயு நிரம்பியிருந்தால், டங்ஸ்டன் ஆவியாவது மிகவும் குறைந்துவிடுமென்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆகவே தற் காலத்தில் வாயு நிரம்பிய விளக்குகளே (gas-filled lamps) பயன்படுகின்றன.

மின்விளக்குகளின் சிறப்பியல்புகள் : (1) மின்சார விளக்கை ஏற்றுவதும் அணைப்பதும் சுலபம். (2) அவை எரி வதற்குக் காற்று தேவையில்லையாதலால் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு, புகை முதலிய அசுத்தங்கள் உண்டாவதில்லை. (3) பார்வைக்குச் சுத்தமாயும் அழகாயுமிருக்கும். (4) பிரகாசமான ஒளியைத் தரும். (5) பெரும்பாலும் தீவிபத்துகள் ஏற்படுவதில்லை.

மின்சார பல்புகளில் உபயோகிக்கக்கூடிய கம்பி இழை களின் தன்மைகள் : பல்புகள் நல்ல ஒளியைக் கொடுக்க வேண்டு மெனில் அவைகளில் உள்ள இழைகள் கீழ்க்கண்ட இயல்பு களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும் :—

(1) மின்தடை அதிகமுள்ளதாயிருக்கவேண்டும்.

(2) எளிதல் உருகாமலிருக்க வேண்டும் (உருகு நிலை மிகவும் அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும்.)

(3) சீக்கிரத்தில் வெண்சுடர் நிலையை அடையக் கூடியதா யிருத்தல் வேண்டும்.

(4) மெல்லிய கம்பியாக இழுக்கக் கூடியதாயிருக்க வேண்டும்.

(5) உயர்ந்த உஷ்ணநிலைகளில் இழை எளிதில் அறுந்து விடுமாறு இருக்கக் கூடாது.

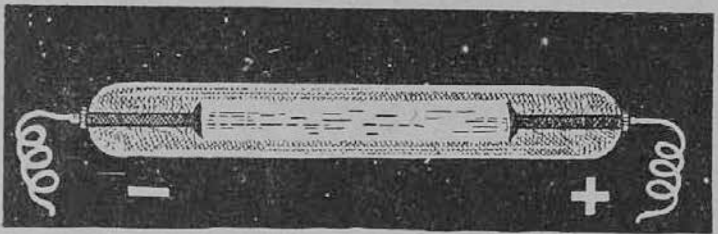
மின்சார வில் விளக்கு : 40 வோல்ட்டுக்குக் குறையாத மின் இயக்க விசையுள்ள ஒரு சுற்றில் இரண்டு கார்பன் கோல்

களை இணைத்து அவை ஒன்றை யொன்று தொட்டுக் கொண் டிருக்கச் செய்து, பிறகு அவற்றைச் சிறிது பிரித்தால், அந்த இடைவெளியில் **மின்சார வில் விளக்கு** (electric arc) என்ற பிரகாசமான சுவாலை ஏற்படுகிறது. இது கண் கூசும்படியான வெண்ணிற சுவாலையாயிருக்கும். கார்பன் கோல்கள் பிரியு மிடத்தில் சிறிது கார்பன் ஆவியாகி அந்த வழியே மின்னோட்டம் பாய்வதால் இந்தச் சுவாலை ஏற்படுகிறது. நேர் மின்வாயிலுள்ள கரி இம்மிகள் எதிர் மின்வாய்க்குச் செல்கின்றன. ஆகவே சிறிது நேரம் வில் விளக்கு எரிந்த பிறகு பார்த்தால், நேர் மின்வாய்க் கார்பனில் ஒரு பள்ளமும் எதிர் மின்வாய் கார்பனில் ஒரு மேடு மாக அமையும். மேலும், காற்றில் உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில், கார்பன் மெல்ல எரிந்து போகும் ; கார்பன் கோல்கள் குறுகும் ; இடை வெளி அதிகமாகிவிட்டால் வில் விளக்கு அணைந்துவிடும். இவ்வாறு அணையாமலிருப்பதற்கு, கார்பன் கோல்கள் குறுகும் வேகத்தில் அவை ஒன்றையொன்று நெருங்கி வருமாறு செய்யச் சில எந்திர அமைப்புகள் வைக்கப்படும். முன்காலத்தில் வில் விளக்குகள் தெரு விளக்குகளாக உபயோகிக்கப்பட்டன. இப் பொழுது சில பட விளக்குகளில் இத்தகைய வில் விளக்குகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

தற்காலத்தில், கார்பன் கோல்களுக்கு இடையே உண்டாகும் வில் விளக்கின் மிக உயர்ந்த உஷ்ணநிலை காரணமாக, அதை மின் உலையாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். பாஸ்வரம், கால்சியம் கார்பைடு, கார்பொரண்டம் (carborundum) முதலிய பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கு மின் உலைகள் உதவுகின்றன.

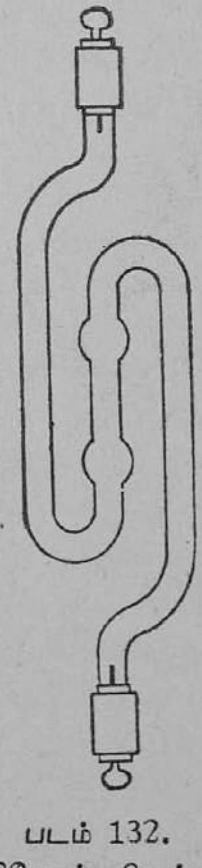
அழுத்தம் குறைந்த வாயுவில் மின் இறக்கம் : ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயின் முனைகளில் உட்புறமாக உலோகத் தகடு களைப் பொருத்தி, அவற்றை அதிக மின் அழுத்தத்துடன் இணைத்தால், குழாயில் சாதாரணக் காற்று இருக்கும்வரை, மின் னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. குழாயிலுள்ள காற்றை நீக்கினால், போதுமான அளவு அழுத்தம் குறைந்த காற்றில் மின் இறக்கம் (discharge of electricity) ஏற்படத் தொடங்குகிறது ; இரண்டு மின் வாய்களுக்கும் இடையே ஒளி ஏற்படுகிறது. இப்

பொழுது எதிர் மின்வாயிலிருந்து மின் அணுக்கள் (electrons)



படம் 131. குறைந்த அழுத்தமுள்ள வாயுவில் மின் இறக்கம்
+, − மின் வாய்கள்

புறப்பட்டு ஒரே தொடர்ச்சியாக நேர் மின் வாயை அடை கின்றன ; இது காரணமாக, குழாயிலுள்ள ஆவி ஒளிர்கிறது. இந்தச் சுவாலையின் நிறமும் பிரகாசமும் குழாயிலுள்ள ஆவியை யும், உபயோகிக்கப்படும் மின் அழுத்தத் தையும் பொறுத்து அமையும். இவற்றிற் குப் பொதுவாக நியோன் **விளக்குகள்** (Neon lamps) என்று பெயர். எனினும், இவற்றில் நியோன், ஆர்கான், ஹீலியம், பாதரச ஆவி முதலிய வெவ்வேறு வாயுக் கள் பயன்படுகின்றன. நியோன் ஆவி ஆரஞ்சு ஒளியையும், ஆர்கான் ஆவிநீல ஒளியையும், பாதரச ஆவிபசுமை ஒளியை யும் தரும்.

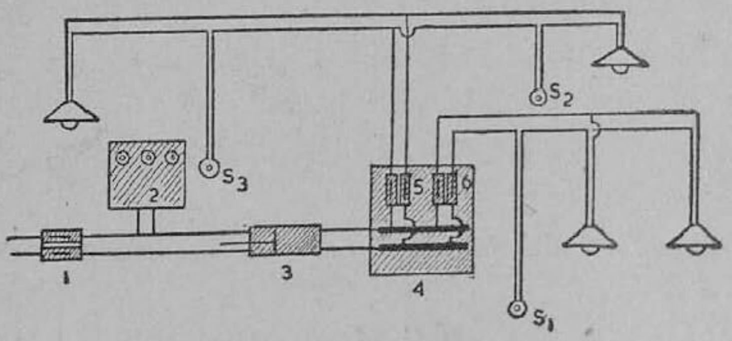


படம் 132.
நியோன் விளக்கு

கண்ணாடிக் குழாயின் அமைப்பில் சில உலோக ஆக்ஸைடுகளைச் சேர்த்து இந்தக் குழாய் விளக்குகள் தரும் ஒளியின் நிறத் தைப் பல விதமாகச் செய்யலாம். தற்கா லத்தில் ஒளிரும் குழாய் விளக்குகள் எங் கும் அமைக்கப்பட்டு, வெண்ணிற ஒளி தரு கின்றன. இவற்றில் சிறிது பாதரச ஆவி உள்ளது. மேலும் இவற்றின் கண்ணாடிக் குழாய்களில் ஒளிரும்

இயல்புள்ள சில கூட்டுப் பொருள்கள் பூசப்பட்டிருப்பதால், பாதரச ஆவியின் பசுமை ஒளி அனேகமாக வெண்ணிற ஒளியாகிறது.

வீடுகளில் மின் இணைப்பு அமைக்கும் விதம்: படத்தைப் பார். தெருவிலிருந்து இரண்டு பிரதானக் கம்பிகள் வீட்டுக்குள் வரும். இவை பிரதான உருகிகள் (main fuses), மீட்டர், பிரதான ஸ்விச்சு (main switch) ஆகியவற்றுடன் வரிசையாக இணைந்து ஒரு பலகையை அடையும். இங்கிருந்து வீட்டின்



படம் 133. ஒரு வீட்டிற்குள் மின் இணைப்பு அமைப்பு

1. பிரதான உருகி, 2. மீட்டர், 3. பிரதான ஸ்விச்சு 4. பகுத்தளிக்கும் பலகை, 5, 6. உருகிகள் S_1, S_2, S_3—ஸ்விச்சுகள்

வெவ்வேறு பகுதிகளுக்குப் பக்க அடுக்கு முறையில் (parallel connection) ஜதை ஜதையாக மின்னோட்டக் கம்பிகளை அமைப்பார்கள். ஒவ்வொரு ஜதைக் கம்பிகளுக்கும் தனித்தனி உருகி அமைக்கப்படும். வீட்டின் ஒரு பக்கத்திற்குச் செல்லும் ஒரு ஜதைக் கம்பியிலிருந்து பல மின் விளக்குகளைத் தொங்கவிடும் பொழுதும் பக்க அடுக்கு முறையே கையாளப்படும். ஒவ்வொரு விளக்குக்கும் தனித்தனி ஸ்விச்சு அமைக்க இது வசதியாயிருக்கும். விளக்குகள் எல்லாவற்றையும் தொடர் அடுக்கு இணைப்பாக்கினல், ஒரு விளக்கின் இழை அறுந்தால், எல்லா விளக்குகளும் அணைந்துவிடும்.

கேள்விகள்

1. மின்சார இழை விளக்கு யாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது? அவர் கண்டுபிடித்த விளக்கு எவ்வாறு அமைந்திருந்தது?

2. தற்கால இழை விளக்கு ஒன்றின் அமைப்பை விவரி.

3. வெற்றிட பல்புக்கும் வாயு நிரப்பிய பல்புக்கும் உள்ள வித்தியாசமென்ன? இவற்றில் எது சிறந்தது?

4. மின்விளக்குகள் சாதாரண விளக்குகளை விட எவ்வாறு சிறந்தவை?

5. மின் விளக்கில் பயன்படும் இழை எவ்வாறு இருக்க வேண்டும்?

6. மின்சார வில் விளக்கு எப்படி வேலைசெய்கிறது? அதை இப்பொழுது எதற்கெல்லாம் உபயோகிக்கிறார்கள்?

7. நியோன் விளக்கு, பாதரச ஆவி விளக்கு—இவை எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன?

8. ஒரு வீட்டில் மின்சார இணைப்பு எவ்வாறு அமைக்கப்படுகிறது? படம் வரைக.

24. மின்சார அலகுகள்

(வோல்ட்டு—ஓம்—ஆம்பியர்—வாட்டு.)

மின்சார சக்தியை, விளக்குகளை எரியச்செய்யவும் விசிறிகளைச் சுற்றவும் எந்திரங்களை இயக்கவும் உபயோகிக்கிறோம். இவ்விதம் வீடுகளிலும் காரியாலயங்களிலும் செலவழியும் மின்சாரசக்தியை அளப்பது அவசியம். இதனால்தான் மின்சாரம் உபயோகிக்கப்படும் வீடுகளிலும் கட்டடங்களிலும் **மீட்டர்கள்** வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மின்சார ஓட்டத்தைச் சில விஷயங்களில் நீரின் ஓட்டத்திற்கு ஒப்பிடலாம். தண்ணீர் உயரமான ஓர் இடத்திலிருந்து தாழ்வான ஓர் இடத்திற்கு ஒரு குழாயின் மூலம் பாய்வதாகக் கருதுவோம். இப்பொழுது குழாயில் ஓடும் நீரோட்டத்தின் அளவு, அவ்விரண்டு இடங்களின் உயர வித்தியாசத்தையும், அவற்றை இணைக்கும் குழாயின் குறுக்குப் பரப்பையும் பொறுத்

திருக்கும். இது போலவே ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேரிடத்திற்குக் கம்பியின் வழியாகச் செல்லும் மின்னேட்டமும் அமையும்.

குழாயில் ஓடும் நீரின் வேகம், குழாயின் குறுக்குப் பரப்பையும் நீரின் அழுத்தத்தையும் பொறுத்துள்ளதுபோல, கம்பியில் மின்னேட்டம் மின் அழுத்தபேதத்தையும், கம்பியில் ஏற்படும் மின்தடையையும் பொறுத்தது. மின்சாரத்தைச் சில பொருள்கள் எளிதில் கடத்துகின்றன. சில பொருள்கள் அரிதில் கடத்திகள். எல்லாக் கடத்திகளிலும் மின்னேட்டம் ஒரே வலிமையுடன் பாய்வதில்லை. கடத்திகள் வேவ்வேறு அளவில் மின்னேட்டத்திற்குத் தடைசெய்கின்றன. எனவே மின்சார ஓட்டம் சம்பந்தமாக, மின்னேட்ட வலிமை (current strength), மின்அழுத்தபேதம் (potential difference), மின்தடை (resistance) ஆகிய மூன்று விஷயங்களை அளக்கவேண்டும். மின் அழுத்த பேதத்தை மின் இயக்க விசை (electromotive force) என்றும் சொல்லலாம்.

நீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் அதிகமானல், நீரோட்டத்தின் விசை அதிகமாவதுபோல், மின் அழுத்தம் அதிகமானல் மின்னேட்டம் அதிகமாகும். மின் அழுத்தத்தின் அலகு வோல்ட்டு (volt) என்று வழங்கப்படுகிறது. இது சுமாராக ஒரு டேனியல் மின் கலத்தின் மின் இயக்கு விசையாகும். அதிக குறுக்களவுள்ள குழாய்களின் வழியாகத் தண்ணீர் எளிதில் பாய்வது போல, தடை குறைவாகவுள்ள பொருள்களின் வழியே மின்னேட்டம் எளிதில் செல்லும். குழாய்களின் குறுக்களவு குறைவாயிருந்தால் தண்ணீர் குறைந்த அளவில் பாயும். அதேபோல், தடை அதிகமாக உள்ள பொருள்களின் வழியே மின்சாரம் பாய்ந்தால் மின்னேட்டத்தின் வலிமை குறையும். மின்தடை ஓம் (ohm) என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

நீர் ஸ்தம்பம் அதிக உயரத்திலும், குழாயின் குறுக்களவு அதிகமாயும் இருந்தால் குழாயிலிருந்து அதிக அளவு தண்ணீர் வெளிவரும். இதேபோல் மின் அழுத்தம் அதிகமாயும், மின் தடை குறைவாயுமிருந்தால் மின்னேட்டம் அதிகரிக்கும். மின்

னேட்டத்தின் அலகிற்கு ஆம்பியர் (ampere) எனப் பெயர் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு ஆம்பியர் எனப்படுவது, வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலிலிருந்து ஒரு செகண்டில் ·001118 கிராம் வெள்ளியைப் படியச் செய்யும் மின்னேட்டமாகும்.

106·3 செ. மீ. உயரமும், 14·4521 கிராம் எடையுமுள்ள பாதரசத் தம்பத்தை 0°C உஷ்ண நிலையில் வைத்தால் இத் தம்பத்தின் மின் தடை ஒரு ஓம் ஆகும்.

ஒரு ஓம் மின்தடையுள்ள மின்கடத்தியில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னேட்டத்தை ஏற்படுத்தக் கூடிய மின் அழுத்தத்திற்கு ஒரு வோல்ட்டு எனப் பெயர்.

மின் அலகுகளின் இடையே உள்ள தொடர்பைக் கீழ் வருமாறு கூறலாம் :

$$\text{மின் ஓட்ட வலிமை} = \frac{\text{மின் அழுத்த பேதம்}}{\text{மின் தடை}}$$

$$\text{ஆம்பியர் } (C) = \frac{\text{வோல்ட்டு } (E)}{\text{ஓம் } (R)}$$

இந்த சாம்யத்திற்கு ஓம் விதி (Ohm's law) என்று பெயர். ஒரு மின் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னேட்ட வலிமையானது, மின் அழுத்தபேதத்திற்கு நேர்விகிதமாயும் மின் தடைக்கு எதிர் விகிதமாயும் அமையும் என்பதுதான் ஓம் விதி.

ஒரு வோல்ட்டு மின் இயக்க விசை ஒரு மின்சுற்றில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னேட்டத்தை ஏற்படுத்துமாயின் அந்தச் சுற்றில் மின்சக்தி செலவழியும் வேகம் (மின் திறன்) ஒரு வாட்டு (watt) எனப்படும். ஆதலால் வாட்டு = வோல்ட்டு × ஆம்பியர். 1000 வாட்டுக் கொண்ட மின் திறனை ஒரு கிலோ வாட்டு (kilowatt) என்று சொல்கிருர்கள். 1000 வாட்டுக்களை ஒரு மணி நேரம் உபயோகித்தால் செலவாகும் மின்சாரசக்தி ஒரு கிலோவாட் மணி (kilowatt hour) ஆகும். இதை ஒரு யூனிட் (unit) என்று சொல்வார்கள். வீடுகளிலுள்ள மீட்டர்களில் இவ்வலகுதான் உபயோகிக்கப்படுகிறது. மின் இயக்கு விசையையும் மின்னேட்டத்தையும் பெருக்கினுல் கிடைக்கும்

எண், மின்திறன் (watt) ஆகும். இவ்வெண்ணை நேரத்தால் பெருக்கி வந்த பெருக்கல் பலன் 1000 ஆனால் அது ஒரு கிலோ வாட் மணி ஆகும்.

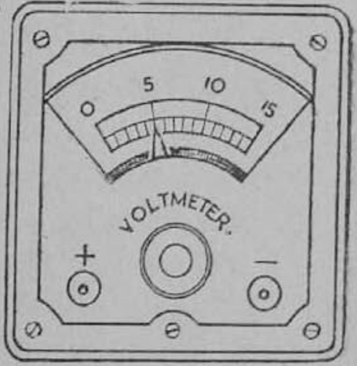
மின் அலகுகளின் முக்கியமான இரு சாம்யங்கள் :—

$$C = \frac{E}{R}$$

$$W = E\,C.$$

(இவற்றில் $E =$ வோல்ட்டில் மின் அழுத்த பேதம், $C =$ ஆம்பியரில் மின்னோட்ட வலிமை, $R =$ ஓமில் மின்தடை, $W =$ வாட்டில் மின்திறன்.)

மின் அலகுகளை அளக்கும் கருவிகள் : மின் அழுத்தத்தை அளக்க வோல்ட்டு மீட்டர் அல்லது மின் அழுத்தமானி (voltmeter) என்ற கருவி உபயோகிக்கப்படுகிறது. மின் ஓட்டத்தை அளக்கும் கருவிக்கு ஆம்மீட்டர் அல்லது ஆம்பியர்மானி (Ammeter) என்று பெயர். மின் தடையை மற்ற அளவைகளின் தொடர்பால் கணக்கிடவேண்டும். மின்தடையைக் கணக்கிட, கீழ்க்கண்ட சாம்யத்தை உபயோகிக்க வேண்டும்.



படம் 134.
மின் அழுத்த மானி

$$R = \frac{E}{C}$$

ஆம்மீட்டர், வோல்ட்டு மீடர் என்ற இரு கருவிகளும் ஒரு பிரத்தியேக விதமான கால்வனு மீட்டரை (moving coil galvanometer)ப் போன்ற அமைப்புள்ளவை. இவைகளில் செவ்வக வடிவத்தில் சுற்றப்பட்ட ஒரு கம்பிச் சுருள் ஒரு காந்தப் பிரதேசத்தில் அசையும்படி அமைந்துள்ளது. இச்சுருளின் வழியாக மின்சாரம் பாயும்பொழுது சுருள் ஒதுங்குகிறது; சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு காட்டி அதன் அளவுக் கோடுகளின்மீது அசைந்து, மின் அளவைக் காட்டும்.

ஒரு மின் சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட மின்சார பல்பின் முடிவிடங்களை மின் அழுத்தமானியுடன் இணைத்தால் அக்கருவியிலுள்ள காட்டி மின் அழுத்தத்தைக் காட்டும். ஆம்பியர் மானியை ஒரு மின் சுற்றில் தொடர் இணைப்பாக இணைத்தால் அதிலுள்ள காட்டி மின் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்ட வலிமையைக் காட்டும்.

கேள்விகள்

1. மின்சாரத்தின் அடிப்படையான மூன்று அலகுகள் யாவை? அவை ஒவ்வொன்றும் எதைக் குறிக்கின்றது?
2. வாட்டு என்ற அலகு எதைக் குறிக்கின்றது?
3. கிலோவாட்டுமணி என்றால் என்ன?
4. வோல்ட்டு, ஆம்பியர், ஓம் இவற்றின் சம்பந்தத்தை விளக்குக.
5. மின் இயக்கு விசையை அளக்க உதவும் கருவி யாது?
6. மின்னோட்டத்தை அளக்க உதவும் கருவி யாது?
7. ஒரு மின் விளக்கின் மீது 220 V, 100 W என்று எழுதப்பட்டுள்ளது. இதன் கருத்து யாது? இந்த விளக்கை அதற்குரிய மின் அழுத்துடன் இணைத்தால், இழையில் உண்டாகும் மின்னோட்ட வலிமை என்ன? இதுபோல் பத்து விளக்குகள் நாள்தோறும் 5 மணி நேரம் எரிந்தால், ஒரு மாதத்தில் செலவாகும் மின்சக்தி எத்தனை யூனிட்டுகள்?

25. மின் தூண்டல்

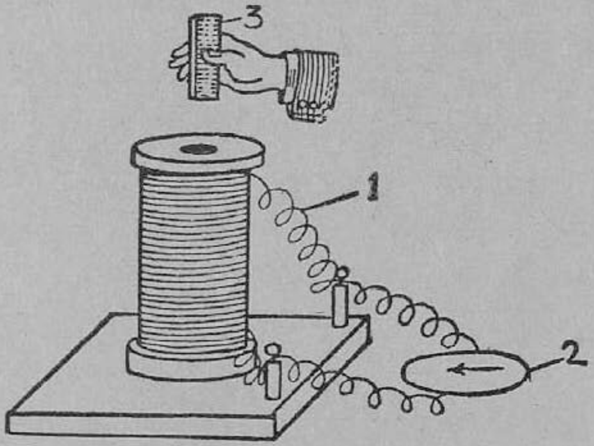
(தூண்டு சுருள். டெலிபோன், பெல் செவிக் குழாய், பேசு குழாய், கார்பன் மைக்ராவோன்.)

துண்டு மின்னோட்டம்: மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பயனையும், மின்னோட்டத்தின் உதவியால் காந்தம் தயாரிக்கலாம் என்பதையும் முன்னொரு பாடத்தில் தெரிந்துகொண்டோம். காந்தத்தின் உதவியால் மின்னோட்டம் உண்டாக்க முடியுமா என்ற கேள்வி எழுகிறது. இதைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்து வெற்றிகண்ட விஞ்ஞானி மைக்கேல் பாரடே ஆவர். இவர் கண்டறிந்த **தூண்டு மின்னோட்டம்** (induced current), டைனமோ என்ற கருவியை அமைக்க வழி காட்டியது. டைனமோவின் உதவியாலேயே நாம் தற்காலத்தில் அதிக அளவில் மின்சக்தி உற்பத்தி செய்து பயன்படுத்துகிறோம். தற்கால மின்சாரசக்தி உற்பத்திக்கும் உபயோகத்திற்கும் அடிகோலியவர் பாரடே ஆவர்.

மைக்கேல் பாரடே

(பாரடேயின்) பரிசோதனை: ஓர் உலோகக் கம்பியைக் குழல்போல் வரிச் சுற்றுகச் சுற்றி, கம்பியின் முனைகளை ஒரு கால்வனுமீட்டருடன் இணை. கம்பிச் சுற்றுக்குள் சக்தி வாய்ந்த ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் வட துருவத்தைத் திடீரென்று செருகு. அப்பொழுது கால்வனுமீட்டரிலுள்ள காந்த ஊசி ஒரு பக்கம் ஒதுங்கிவிட்டுத் தன் பழைய நிலையை அடைகிறது. பிறகு சட்டக் காந்தத்தைத் திடீரென்று வெளியே எடு; இப்பொழுது காந்த ஊசி சிறிது எதிர்ப் பக்கம் ஒதுங்கி விட்டுப்

பழைய நிலையை அடைகிறது. சட்டக் காந்தம் நிலையாயிருக்கும் பொழுது கம்பிச் சுருளில் மின்னேட்டம் உண்டாவதில்லை: அசையும்பொழுதுதான் மின்னேட்டம் உண்டாகிறது. மேலும் காந்தம் நிலையாயிருந்து, கம்பிச் சுருள் அதன் பிரதேசத்தில் அசைந்தாலும் அதில் மின்னேட்டம் உண்டாகும் என்றும் பாரடே கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு உண்டாகும் மின்னேட்



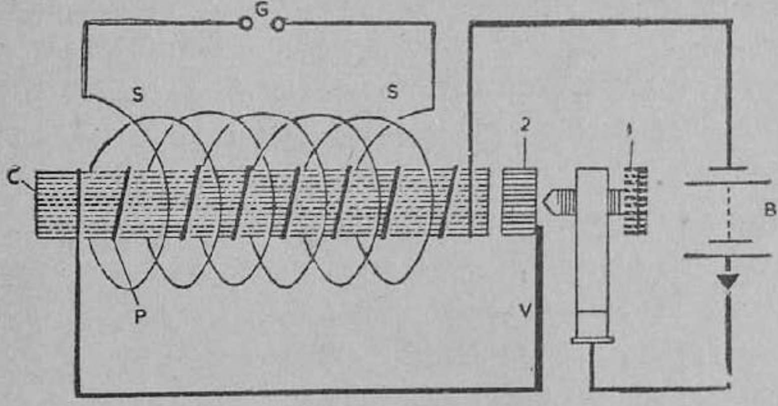
படம் 135. மின் தூண்டல்

1. கம்பிச் சுருள் 2. கால்வனு மீட்டர் 3. காந்தம்

டத்தின் (அல்லது மின் இயக்கு விசையின்) அளவு காந்தத்தின் வலிமையையும், காந்தமோ அல்லது கம்பிச் சுருளோ நகரும் வேகத்தையும் பொறுத்திருக்கும் என்பது இப்பரிசோதனைகளால் தெரிய வந்தது. ஒரு நிலைத்த காந்தத்தை உபயோகிப்பதற்குப் பதிலாக, தேனிரும்பில் கம்பிச் சுருளைச் சுற்றி மின்காந்தமாக்கி, மின்காந்தத்தை இச்சோதனையில் உபயோகித்தாலும் மேற்கூறிய முடிபுகளே ஏற்பட்டன. ஒரு காந்தப் பிரதேசத்தில் நகரும் கம்பிச் சுருளில் மின் இயக்கு விசை ஏற்பட்டுப் பெறும் மின்னேட்டத்திற்குத் தான் **தூண்டு மின்னேட்டம்** என்று பெயர். டைனமோ (dynamo) என்ற கருவியில் தூண்டு மின்னேட்டமே உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

தூண்டு சுருள் (induction coil): இக்கருவியின் அமைப்பை 136-ம் படத்தில் பார். இதில் ஒரு தேனிரும்பு உள்

ளகத்தைச் (soft iron core) சுற்றி ஒரு தடித்த காப்பிட்ட கம்பி சுற்றப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குப் பிரதமச் சுருள் (primary coil) என்று பெயர். இதற்கு மேலே மெல்லிய காப்பிட்ட கம்பிச் சுருள் அமைந்துள்ளது. இது துணைச் சுருள் (secondary coil) எனப்படும். பிரதமச் சுருளில் உள்ளதைப்போல்



படம் 136. தூண்டு சுருள்

1. திருகு, 2. தேனிரும்புத் துண்டு

B–பாட்டரி, V–ஆர்மச்சூர் P–பிரதமச் சுருள்

S–துணைச்சுருள் C–தேனிரும்பு உள்ளகம் G–மின் பொறி இடை வெளி

நூற்றுக் கணக்கான மடங்கு சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளில் இருக்கும். பிரதமச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தை, விட்டு விட்டுப் பாயும்படி செய்வதற்கு ஆர்மச்சூர் (armature) என்ற ஒரு பகுதி இருக்கிறது. இப்பகுதியைத் தடுப்பான் (interrupter) என்றும் சொல்லலாம். இப்பகுதி மின்சாரமணியிலுள்ள ஆர்மச்சூரைப் போல் இயங்கும். இதன் மேல் முனையில் தேனிரும்பு உள்ளகத்திற்கு எதிரே ஒரு சிறு தேனிரும்புத் துண்டு இருக்கிறது. ஒரு பக்கத்தில் ஒரு திருகுமுனை இதைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது.

தூண்டு சுருள் வேலை செய்யும் விதம்: தூண்டு சுருளின் பிரதமச் சுருளின் முனைகள் ஆர்மச்சூர், திருகு இவற்றின் வழியாக ஒரு பாட்டரியுடன் இணைக்கப்படும். ஆர்மச்சூர் திருகைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்தால், உடனே மின் சுற்று

பூர்த்தியாகிப் பிரதமச் சுருளில் மின்னேட்டம் ஏற்படுகிறது. தேனிரும்பு உள்ளகம் வலிமை வாய்ந்த காந்தமாகிறது. இப்பொழுது துணைச் சுருளில் மின் இயக்க விசை தூண்டப்படுகிறது. துணைச் சுருளின் முனைகள் இரு தடித்த கம்பிகளுடன் இணைந்திருக்கும்; இந்தக் கம்பிகளின் முனைகளைத் தேவையான அளவு விலக்கவும் நெருக்கவும் முடியும். தூண்டப்பட்ட மின் இயக்கு விசை அதிக அளவிருந்தால், துணைச் சுருள் முனைக் கம்பிகளின் இடைவெளியில் **மின்பொறி** (spark) ஏற்படும். இந்த இடைவெளிக்கு **மின்பொறி இடைவெளி** (spark gap) என்று பெயர்.

பிரதமச் சுருளில் மின்னேட்டம் பாய்வதால் தேனிரும்பு உள்ளகம் காந்தமாகி, ஆர்மச்சூரை இழுக்கிறது. இதனல், திருகுக்கும் ஆர்மச்சூருக்கும் இடைவெளி ஏற்படுகிறது; மின் சுற்று அறுந்து, மின்னேட்டம் நின்று விடுகிறது. தேனிரும்பு உள்ளகம் காந்த சக்தியை இழக்கிறது. இப்பொழுது துணைச் சுருளில் எதிர்த் திசையில் மின்னேட்டம் தூண்டப்பட்டு மறுபடியும் மின்பொறி உண்டாகும். ஆர்மச்சூர் விடுபட்டுத் தன் பழைய நிலையை அடைந்து திருகைத் தொடுகிறது. இதேபோல் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கிறது. ஆகவே மின்பொறி இடைவெளியில் மின்பொறி உண்டாகிக் கொண்டேயிருக்கும்.

துணைச் சுருளில் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசைக்கும் பிரதமச் சுருளில் நாம் உபயோகிக்கும் மின் இயக்கு விசைக்கும் உள்ள விகிதம் அச் சுருள்களிலுள்ள கம்பிச் சுற்றுக்களின் விகிதமாயிருக்கும். இதைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$\frac{\text{துணைச்சுருளில் மின் இயக்கு விசை}}{\text{பிரதமச் சுருளில் மின் இயக்கு விசை}} = \frac{\text{துணைச் சுருள் சுற்றுக்கள்}}{\text{பிரதமச் சுருள் சுற்றுக்கள்}}$$

உதாரணமாக, பிரதமச் சுருளில் 100 சுற்றுக்களும், துணைச் சுருளில் 10000 சுற்றுக்களும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். பிரதமச் சுருளுடன் இணையும் பாட்டரியின் மின் இயக்கு விசை 10 வோல்ட்டு என்ருல், துணைச் சுருளில் ஏற்படும் மின் இயக்கு

விசை 1000 வோல்ட்டு ஆகும். இந்த மின் இயக்கு விசை ஒரே திசையில் இல்லாமல், ஆர்மச்சூர் ஒரு செகண்டுக்கு எத்தனை தடவை அலைகிறதோ, அத்தனை தடவை திசை மாறிக்கொண்டிருக்கும்.

மாற்றிகள் (transformers): தூண்டு சுருளின் தத்துவத்தைக் கொண்ட மாற்றிகள், மாறு மின்னோட்டங்களின் மின் இயக்கு விசையை உயர்த்தவும் குறைக்கவும் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் ஒரு வளையம்போன்ற தேனிரும்பு உள்ளகத்தின் ஒரு புறம் பிரதமச் சுருளும் மறுபுறம் துணைச் சுருளும் அமைந்திருக்கும். பிரதமச் சுருளில் ஒரு மாறு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் துணைச் சுருளிலும் மாறு மின்னோட்டம் தூண்டப்படும். ஆனால் கம்பிச் சுருள்களிலுள்ள சுற்றுக்களின் விகிதத்திற்குச் சமமாக, இந்த மின்னோட்டங்களின் மின் இயக்கு விசை அமையும்.

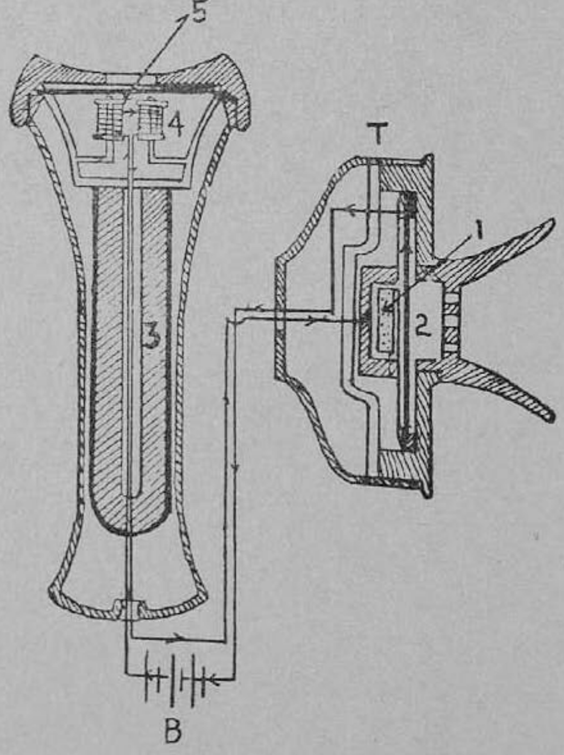
பிரதமச் சுருளில் குறைந்த சுற்றுக்களும் துணைச் சுருளில் அதிகமான சுற்றுக்களும் அமைத்தால், துணைச் சுருளில் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசை அதிகமாயிருக்கும். இத்தகைய அமைப்புக்கு **உயர்த்தும் மாற்றி** (step-up transformer) என்று பெயர். டைனமோக்களில் உற்பத்தியாகும் மின் இயக்கு விசையைப் பல மடங்கு உயர்த்தி, தொலை தூரங்களுக்கு அனுப்பவேண்டும்; அதற்கு உயர்த்தும் மாற்றி பயன்படுகிறது.

இதற்கு நேர்மாறாக, பிரதமச் சுருளில் அதிகமான சுற்றுக்களும் துணைச் சுருளில் குறைவான சுற்றுக்களும் இருக்கும்படி **குறைக்கும் மாற்றி** (step-down transformer) அமைக்கப்படும். மின்னோட்டத்தை உபயோகிக்கும் இடங்களில், மின் இயக்கு விசையைத் தேவையான அளவுக்குக் குறைத்துப் பயன்படுத்துவதற்கு இந்த மாற்றி உதவுகிறது.

டெலிபோன்: கிராஹம் பெல் என்ற விஞ்ஞானி டெலிபோன் என்ற கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். மின்னோட்டத்தை உபயோகித்து, தூரத்தில் உள்ள ஒருவருடன் பேசுவது இக்கருவியால் செய்ய முடிந்தது. பெல் அமைத்த டெலிபோனில், **பேசுகுழாய்** (transmitter), **செவிக் குழாய்** (receiver) ஆகிய

இரண்டும், தற்கால டெலிபோன் செவிக் குழாய் போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருந்தன. இந்தக் கருவி சிறப்பாக வேலை செய்யவில்லை. தற்கால டெலிபோன் பேசுகுழாயில், ஹியூஜஸ் (Hughes) என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்த **மைக்ராவோன்** (microphone) தத்துவம் அமைந்துள்ளது. இக்கருவிகளின் அமைப்பைத் தெரிந்துகொள்வோம்.

செவிக்குழாய் : இதில் ஒரு லாட வடிவமுள்ள நிலைக் காந்



படம் 137. டெலிபோனின் பாகங்கள்
T—பேசு குழாய், R—செவிக்குழாய், B—பாட்டரி.
1. கார்பன் ரவைகள், 2. கார்பன் விதானம், 3. நிலைக் காந்தம், 4. மின் காந்தம் 5. எஃகு விதானம்

தத்திற்குமுன் ஒரு **விதானம்** (diaphragm) அமைந்துள்ளது.

இந்த விதானம் ஒருவகை எஃகினுல் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. காந்தத்தின் இரு துருவங்களையும் ஒரு காப்பிட்ட கம்பி சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். இதன் முனைகளைப் பாட்டரியுடனும், பேசு குழாயுடனும் இணைத்திருக்கும். எஃகு விதானத்தின் விளிம்புப் பரிதி இருபுறமும் நெருக்கப்பட்டு, மையப் பகுதி காந்தத்திற்கு முன்னே சற்று அதிரக்கூடிய விதத்தில் இருக்கும்.

பேசு குழாய் : இதற்கு மைக்ராவோன் பேசுகுழாய் (microphone transmitter) என்ற பெயரும் உண்டு. இதில் கார்பன் ரவைகள் நிரம்பிய ஒரு பெட்டி இருக்கிறது. இந்தப் பெட்டியின் முன்னும் பின்னும் கார்பன் துண்டுகள் இருக்கின்றன. முன் புறக் கார்பனுடன் சேர்ந்த ஒரு கார்பன் தகடு இருக்கிறது. இது, விளிம்பில் இறுகப் பிணைக்கப்பட்டு நடுவில் அதிரக்கூடிய தாயுள்ளது. செவிக்குழாயிலிருந்து வரும் மின்னோட்டக் கம்பிகள் இந்தக் கார்பன் துண்டுகளுடன் இணைந்திருக்கின்றன. கார்பன் ரவைகளின் வழியே மின்னோட்டம் செல்லவேண்டும்.

டெலிபோன் வேலை செய்யும் விதம் : ஹியூஜஸ் என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்த முக்கிய விஷயம் பின்வருமாறு : "ஒரு மின் சுற்றில் இரு கார்பன் பகுதிகள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண் டிருக்கும்பொழுது, அவற்றின் இடையே அழுத்தம் அதிகமானுல், மின்னோட்டம் அதிகமாகும்; அழுத்தம் குறைந்தால் மின்னோட்டம் குறையும்." டெலிபோன் பேசுகுழாயில் உள்ள கார்பன் ரவைகளின் வழியே மின்னோட்டம் செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. பேசுகுழாயின் முன் ஒருவர் பேசினுல், காற்றில் ஒலி அலைகள் ஏற்பட்டு, கார்பன் தகட்டில் விழுந்து, கார்பன் தகடு அதிர்கிறது. கார்பன் தகடு முன்னும் பின்னும் செல்லும்பொழுது, கார்பன் ரவைகள் மாறி மாறி நெருக்கவும் தளர்த்தவும் படுகின்றன. கார்பன் ரவைகளிடையே அழுத்தம் அதிகமானுல் மின்னோட்ட வலிமை அதிகமாகும். இது செவிக் குழாயில் உள்ள மின்காந்தத் துருவங்களை அதிக சக்தி யுடையவையாகச் செய்கின்றன. ஆகவே இங்குள்ள எஃகுத் தகடு காந்தத்தினுல் உள் இழுக்கப்படுகிறது. கார்பன் ரவைகள் விலகினுல், அழுத்தம் குறைந்து, மின்னோட்டம் குறைகிறது.

இப்பொழுது, செவிக் குழாயிலுள்ள எஃகுத் தகடு விடுபட்டு வெளிப்புறம் நகருகிறது.

பேசுகுழாயில் கரித்தகடு எவ்வாறு அதிர்கிறதோ, அதே போல் செவிக்குழாயில் உள்ள எஃகுத் தகடும் அதிர்கிறது. இதன் முன்புறமுள்ள காற்றில் ஒலி அலைகள் தோன்றி, பேசு குழாயின்முன் உண்டாக்கப்பட்ட ஒலி, செவிக்குழாயிலும் உண்டாகிறது.

டெலிபோனில் ஒலி அலைகளுக்குத் தக்கபடி மாறு மின் னோட்டம் உண்டாகிறது; இந்த மின்னோட்டமே கம்பிகளின் வழியே பாய்கிறது. செவிக்குழாயில் இந்த மின்னோட்டத்தினால் மறுபடியும் ஒலி அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

ஓர் ஊரில் உள்ள ஆயிரக்கணக்கான வீடுகளில் டெலிபோன் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக் கருவிகளிலிருந்து செல்லும் கம்பிகளெல்லாம் ஒரு மைய நிலையத்திற்குச் செல்லும். ஒவ் வொரு டெலிபோனுக்கும் ஓர் எண் உண்டு. டெலிபோனின் முகப்பிலுள்ள எண்களில், நாம் பேசவேண்டிய டெலிபோனுக்கு உரிய எண்களைச் சுற்றிவிட்டால், மைய நிலையத்திலுள்ள ஏற் பாட்டினால், இந்த இரண்டு டெலிபோன்களும் இணையும். இப் பொழுது தூரத்து டெலிபோனில் மணி அடிக்கும். அங்குள்ள வர்கள் டெலிபோன் கருவியைக் கையில் எடுத்ததும் மணி அடிப்பது நின்றுவிடும்.

கேள்விகள்

1. மைக்கேல் பாரடே கண்டுபிடித்த தூண்டு மின்னோட்டப் பரி சோதனையை விவரி.

2. எப்பொழுதெல்லாம் ஒரு கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் தூண் டப்படும்?

3. தூண்டு சுருளின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறி.

4. தூண்டு சுருள் எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?

5. தூண்டு சுருளின் துணைச் சுருளில் தூண்டப்படும் மின் இயக்க விசை எவ்வளவிருக்கும்?

6. மாற்றி என்பதென்ன ? அதில் இருவகைகள் யாவை ?

7. டெலிபோனில் செவிக்குழாயின் படம் வரைக. இதில் ஒலி எவ்வாறு உண்டாகிறது ?

8. டெலிபோனில் மைக்ராவோன் பேசுகுழாயின் அமைப்பை ஒரு படம் வரைந்து காட்டுக. இதில் பயன்படும் தத்துவம் என்ன ?

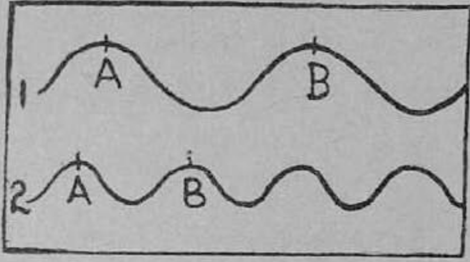
9. டெலிபோன் பேசுகுழாயின் முன் உண்டாக்கப்படும் ஒலி, செவிக் குழாயில் எவ்வாறு உண்டாகிறது ?

26. ஒலி பரப்புதல்

தொலை தூரத்திலுள்ள இரு இடங்களுக்குக் கம்பிகள் மூலமாக இணைப்பு இல்லாமலேயே, ஓரிடத்தில் பேசுவதையும் பாடுவதையும் மற்றோரிடத்தில் கேட்கத்தக்க சாதனங்களை விஞ்ஞானத்தின் உதவியால் அமைத்துக் கொண்டுள்ளோம். இதற்குத்தான் ரேடியோ, ஒலிபரப்புதல், கம்பியில்லாத டெலிபோன் முதலிய பல பெயர்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. எங்கும் பரவியுள்ள ஈதர் (ether) என்ற ஊடகத்தில் மின் காந்த அலைகளை (electro-magnetic waves) உண்டாக்கி ஒலி பரப்புதல் செய்யப்படுகிறது. இப்பொழுது அலைகளைப்பற்றிய சில பொது விவரங்களையும், மின் காந்த அலைகளின் இயல்புகளையும் தெரிந்துகொள்வோம்.

அலைகளின் இயல்புகள்: நீர்நிலைகளின்மீது ஏற்படும் அலைகளை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இவை அடுத்தடுத்து முன்னேறிச் செல்லும் மேடுகளும் பள்ளங்களுமாகக் காணப்படுகின்றன. அலைகள் முன்னேறும் திசையில் நீர் ஓடுவதில்லை; நீர்மட்டத்தில் மிதக்கும் ஒரு குச்சியைக் கவனித்தால், அது மேலுங்கீழும் அசைந்து கொண்டிருக்கும்; அலைகளுடன் செல்லாது; நீரின் இம்மிகளும் இந்தக் குச்சியைப் போலவே மேலுங் கீழும் அசைந்துகொண் டிருக்கின்றன. ஆகவே ஓர் ஊடகத்தில் அலைகள் முன்னேறிச் செல்லும்பொழுது, ஊடகத்தின் இம்மிகள் சிறிது மேலுங்கீழுமோ, குறுக்கும் நெடுக்குமோ அசைந்து கொண்டிருக்கும்.

நீர் அலைகளைப்போல் காற்றிலும் அலைகள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு பொருள் ஒலிக்கும்பொழுது விரைவாக அதிர்கிறது; இதனுல் காற்றின் இம்மிகளும் அதிர்கின்றன. காற்றில் ஏற்படும் அலைகளே **ஒலி அலைகள்** (sound waves) எனப்படும்.



படம் 138. அலைகள்
1. நீண்ட அலை 2. குறுகிய அலை
AB—அலை நீளம்.

நீர் அலைகளில் பெரிய அலைகளும் சிறிய அலைகளும் இருக்கின்றன. ஆனுல் இவை எல்லாம் ஒரே வேகத்துடன்தான் நீரின் மீது முன்னேறும். அலைகளிலுள்ள ஒரு மேட்டுக்கும் (crest) அடுத்த மேட்டுக்கும் இடைதூரத்தை **அலை நீளம்** (wave length) என்பார்கள். பெரிய அலைகளுக்கு அலை நீளம் அதிகம்; சிறிய அலைகளுக்கு அலை நீளம் குறைவு. நீரின் இம்மிகள் ஒரு செகண்டுக்கு எத்தனை தடவை மேலும் கீழும் செல்கிறதோ, அந்த எண்ணுக்கு **அதிர்வு எண்** (frequency) என்று பெயர். ஒரு நீர் அலையின் அதிர்வு எண் 5 என்று வைத்துக் கொள்வோம். அப்பொழுது, நீரின் இம்மி செகண்டுக்கு 5 தடவை மேலும் கீழும் அசையும்; ஆகவே ஒரு செகண்டுக்குள் 5 மேடுகளும் 5 பள்ளங்களும் (troughs) ஒரு குறித்த இடத்தைத் தாண்டிச் செல்லும். இந்த அலையின் அலை நீளம் 8 அங்குலம் என்று கொண்டால், ஒரு செகண்டில் அலைகள் முன்னேறும் வேகம் $5\times8=40$ அங்குலம் ஆகும்.

ஓர் ஊடகத்தில் ஏற்படும் எல்லா அலைகளுக்கும் வேகம் சமமாயிருக்கும். இந்த வேகத்தை v என்று குறிப்போம். ஒரு வித அலையின் அதிர்வு எண் n ஆகவும், அலை நீளம் l ஆகவும் இருந்தால்,

$$v=nl.$$

இந்த சாம்யம் எல்லா ஊடகங்களுக்கும் பொருந்தக் கூடியதே. காற்றில் ஏற்படும் ஒலி அலைகள் சாதாரணமாக செகண்டுக்கு

1100 அடி செல்லக்கூடியவை. ஒலி உண்டாக்கும் பொருள் ஒரு செகண்டுக்கு 200 தடவை அதிர்ந்தால், அப்பொழுது அதிர்வு எண் 200. ஆகவே அலை நீளம் $5\frac{1}{2}$ அடி இருக்கும். அதிர்வு எண் 400 ஆனால், அலை நீளம் $2\frac{3}{4}$ அடி இருக்கும். முன்னது நீண்ட அலை; பின்னது குறுகிய அலை. அதிர்வு எண் அதிகமானால் குறுகிய அலைகளும் [ஒலியின் ஸ்தாயி (pitch) அதிகம்], அதிர்வு எண் குறைந்தால் நீண்ட அலைகளும் [ஒலி யின் ஸ்தாயி குறைவு] உண்டாகின்றன.

ஈதரில் மின்காந்த அலைகள்: ஈதரில் மின்காந்த அலைகள் ஏற்படலாமென்றும், ஒளி அத்தகைய மின்காந்த அலைகளே என்றும், ஒளியின் வேகமே (செகண்டுக்கு 186000 மைல்) எல்லா மின்காந்த அலைகளுக்கும் வேகம் என்றும் மாக்ஸ்வெல் (Maxwell) முதலிய சில விஞ்ஞானிகள் கணித முறையில் நிரூபித்தார்கள். ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்ற விஞ்ஞானி ஒரு தூண்டு சுருளைக் கொண்டு பரிசோதனைகள் செய்தபொழுது, அதனுடைய மின்பொறி இடைவெளியிலிருந்து மின்காந்த அலைகள் உண்டாகிப் பரவுவதைப் பரிசோதனையால் நிரூபித்தார். இதற்கு அவர் உபயோகித்த கருவி ஒரு வளையமே ; இதில் ஓரிடத்தில் சிறிது இடைவெளி இருந்தது. தூண்டு சுருளில் மின்பொறி உண்டானபொழுது, தூரத்தில் சிற்சில இடங்களில் இந்த வளையத்தைக் கையில் வைத்துக் கொண்டு நின்றால், வளையத்தின் இடை வெளியிலும் மின்பொறி உண்டாயிற்று. ஆகவே தூண்டு சுருளின் துணைச் சுருளிலிருந்து நாலா பக்கங்களிலும் மின்காந்த அலைகள் பரவுகின்றன என்பதும், பூர்த்தியாகாத வளையம் இந்த அலைகளைக் காட்டும் உணர்கருவி (detector) ஆக வேலை செய்கிறது என்பதும் ஹெர்ட்ஸ் செய்த சோதனையினால் நிரூபிக்கப்பட்டன.

மின்காந்த அலைகளின் அலை நீளங்களும் அதிர்வு எண்ணும்: ஒளியின் வேகமே மின்காந்த அலைகளின் வேகமாகும். இது மெட்ரிக் முறையில் ஒரு செகண்டுக்கு 300,000,000 மீட்டர் ஆகும். (இதைச் சுருக்கமாக 3×10^8 என்று குறிக்கலாம்.) சாதாரணமாக ஒலிபரப்புதலில் உபயோகிக்கப்படும் மின்காந்த

அலைகளின் அலை நீளங்கள் 10 மீட்டர் முதல் 400 மீட்டர் வரை இருக்கக்கூடும். 10 மீட்டர், 20 மீட்டர், 30 மீட்டர் முதலிய அலை நீளங்களைக் குறுகிய அலைகள் என்றும், 50 மீட்டர் முதல் 100 மீட்டர் வரை நடுத்தர அலைகள் என்றும், இன்னும் அதிக அலை நீளமுள்ளவற்றை நீண்ட அலைகள் என்றும் சொல்வதுண்டு.

200 மீட்டர் அலை நீளமுள்ள மின்காந்த அலைகளின் அதிர்வு எண் $3 \times 10^8 \div 200$ இருக்குமல்லவா ? அதாவது ஒரு செகண்டுக்கு 1500000 தடவை மின்காந்த மாறுதல்கள் உண்டாகின்றன என்ருகிறது. ஆகவே, 200 மீட்டர் அலைகளை 1,500,000 'சைக்கிள்' (cycle) அலைகள் என்றும் சொல்வதுண்டு. இதை இன்னும் சுருக்கமாக 1500 கிலோ சைக்கிள் அலைகள் என்பார்கள் (கிலோ = 1000). இது நீண்ட அலைக்கு ஓர் உதாரணம்.

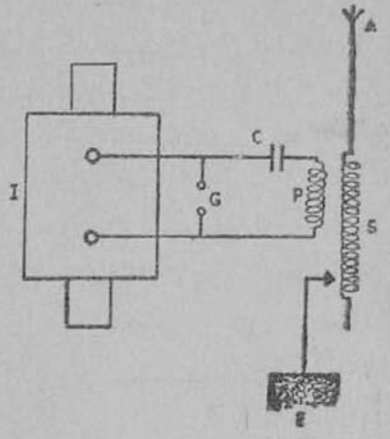
40 மீட்டர் அலைகளின் அதிர்வு எண் 6,000,000 சைக்கிள் அல்லது 6000 கிலோ சைக்கிள் ஆகும்.

உலகில் பல்வேறு நாடுகளில் பல ஒலி பரப்பு நிலையங்கள் இருக்கின்றன. இவையெல்லாம் வெவ்வேறு மீட்டர் நீளமுள்ள அலைகளை உபயோகித்து ஒலி பரப்புதல் செய்கின்றன. எல்லா நிலையங்களும் ஒரே அலை நீளத்தில் ஒலி பரப்புதல் செய்தால், ரேடியோ கருவியை அலை நீளத்துக்குத் தகுந்தபடி திருப்பி இசைவிக்கும்பொழுது எல்லா நிலையங்களின் ஒலி பரப்பும் சேர்ந்து ஓர் இடத்தில் ஒலித்துக் குழப்பமாகிவிடும்.

சென்னை ஒலிபரப்பு நிலையத்தில் பல அலை நீளங்களில் ஒலி பரப்புதல் செய்யப்படுகிறது. 31·28 மீட்டர், 41·32 மீட்டர், 211·3 மீட்டர் ஆகியவை சென்னை ரேடியோ நிலையம் உபயோகிக்கும் அலை நீளங்களில் சிலவாம்.

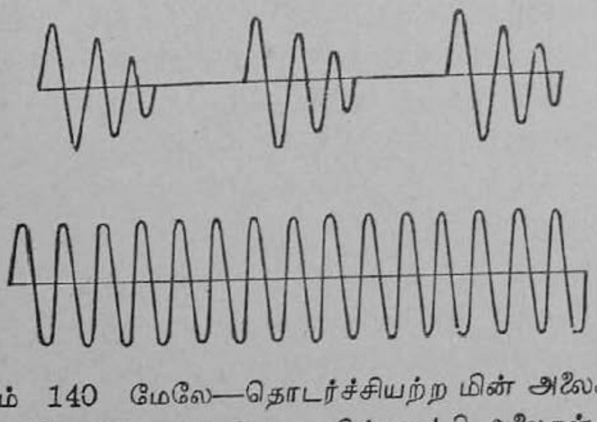
மார்க்கோனியும் கம்பியில்லாத் தந்தியும்: தூண்டு சுருளிலிருந்து பரவும் மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்தி வெகு தூரத்திற்குத் தந்திச் செய்தி அனுப்பும் வழியை மார்க்கோனி கண்டு பிடித்தார். துணைச் சுருளின் ஒரு முனையை உயரத்தில் அமைக்கப்பட்ட ஓர் ஏரியல் (aerial) கம்பியுடனும், மற்ருெரு முனையைப் பூமியுடனும் இணைத்தார். இதனுல் மின்காந்த

அலைகளை அதிக தூரம் அனுப்ப முடிந்தது. மின்காந்த அலைகளை ஏற்குமிடத்தில் ஒரு மின் சுற்று இருக்கவேண்டும்; அதில் மின் காந்த அலைகளால் பாதிக்கப் படக் கூடிய உணர்கருவி ஒன்று இருக்க வேண்டும். மார்க்கோனி உபயோகித்த உணர் கருவிக்குக் **கொஹிரர்** (coherer) என்று பெயர். இதில் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் நிக்கல் தூள் இருக்கும். மின்காந்த அலைகள் இதில் விழும் பொழுது இதன் மின் தடை திடீரெனக் குறைந்து மின் சுற்றில் அதிக மின்னோட்டம் பாயும். **கார்பொரண்டம், கலீனா** (galena) முதலிய படிகங்களும் உணர்கருவிகளாகப் பயன்பட்டன.



படம் 139. தூண்டு சுருளிலிருந்து மின் காந்த அலைகள் உற்பத்தி
I—தூண்டு சுருள்
G—மின் பொறி இடைவெளி
C—மின் தங்கி
P,S—கம்பிச் சுருள்கள்
A—ஏரியல் E—பூமி

தூண்டு சுருளில் உண்டாகும் மின் அலைகளும் ரேடியோ அலைகளும்: தூண்டு சுருளில் உண்டாகும் மின் அலைகள் ஒரே

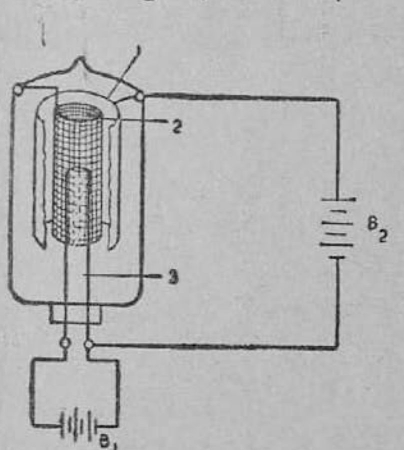


படம் 140 மேலே—தொடர்ச்சியற்ற மின் அலைகள்
கீழே—தொடர்ச்சியான மின் ஊர்தி அலைகள்

தொடர்ச்சியாக இல்லாமல் விட்டு விட்டு இருக்கும். இவற்றை

உபயோகித்து சங்கேத பாஷையில் தந்திச் செய்தியைத்தான் அனுப்பலாம். பேச்சை அனுப்புவதற்கு ஒரே தொடர்ச்சியான அலைகள் வேண்டும். இத்தகைய அலைகளைத் தான் ரேடியோ நிலையங்களில் உற்பத்தி செய்கிறார்கள். இவைகளுக்கு **மின்-ஊர்தி** அலைகள் (carrier waves) என்று பெயர். ஒவ்வொரு ரேடியோ நிலையமும் தனக்கெனக் குறிப்பிட்டுள்ள அலை நீளங்களையுடைய மின் ஊர்தி அலைகளை உற்பத்தி செய்து அனுப்பும்.

வால்வு : ரேடியோவில் புரட்சிகரமான மாறுதல் ஏற்படச் செய்த கருவி, 'வால்வு' என்ற கருவி ஆகும். ஒரு மின் விளக்கைப் போன்ற தோற்றமுடைய இதில் பலவிதங்கள் இருக்கின்றன. இவற்றில் டிரையோடு வால்வு (triode valve) என்பது ஒன்று. ப்ளெமிங் (Fleming) என்ற விஞ்ஞானி முதலில் இத்தகைய வால்வுகளின் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.



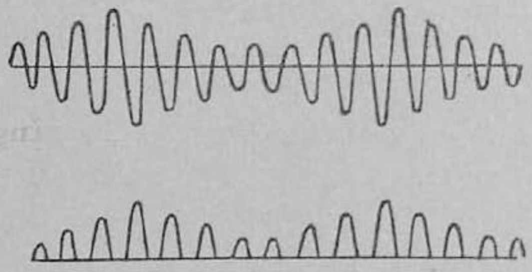
படம் 141. டிரையோடு வால்வு
B_1, B_2—பாட்டரிகள்
1. தகடு 2. கம்பி வலை
3. ஒளிரும் இழை

டிரையோடு வால்வில் ஒரு இழை (filament) செஞ்சூடாகச் சுவலித்துக் கொண்டிருக்கும். இதற்குச் சற்று தூரத்தில் ஒரு **தகடும்** (plate), இடையில் ஒரு **கம்பி வலையும்** (grid) இருக்கும். இழை சுவலிக்கும்பொழுது அதிலிருந்து எதிர் மின்சாரமுடைய மின்னணுக்கள் விடுபட்டு, எப்பொழுதும் நேர் மின்சாரமுடைய தகட்டுக்குச் செல்வதால், தகடு இணையும் மின் சுற்றில் ஒரு குறித்த திசையில் மின்னோட்டம் ஏற்படும்.

இடையிலுள்ள கம்பி வலையில் நேர் மின்சாரம் இருந்தால், மின்னணுக்கள் நன்கு ஆகர்ஷிக்கப்பட்டு தகட்டை அடையும். கம்பி வலையில் எதிர் மின்சார மிருந்தால், மின்னணுக்கள் விலக்கப்பட்டு இழையிலேயே நின்று விடும்; தகட்டு மின் சுற்றில்

மின்னோட்டம் ஏற்படாது. தகட்டு மின்சுற்றில் குறித்த திசையில் மின்னோட்டம் இருக்கும் அல்லது மின்னோட்டம் நின்று விடுமேயொழிய, எதிர்த் திசையில் மின்னோட்டம் ஏற்படாது. இதனால்தான், இக்கருவிக்கு வால்வு என்ற பெயர் ஏற்பட்டது.

வால்வின் உபயோகங்கள் : வால்வுக்குப் பலவிதமான உபயோகங்கள் உண்டு. ரேடியோ நிலையங்களில் தொடர்ச்சியான மின்ஊர்தி அலைகளை உற்பத்தி செய்யச் சில வகை வால்வுகள் பயன்படுகின்றன. ரேடியோ ரிசீவரில் (receiver) முதலில் ஏரியலிலிருந்து கிரகிக்கப்படும் பலமற்ற மின்காந்த அலைகளை வலிமையுடைய அலைகளாக்க இது உதவுகிறது. இதை

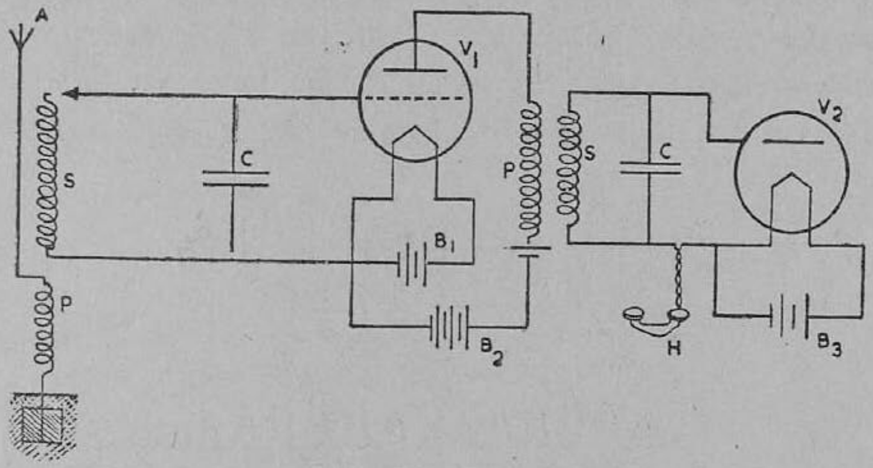


படம் 142. ஒலிப்பரப்புதலில் மின் காந்த அலைகளுக்கு ஏற்படும் மாறுபாடுகள்
மேலே—மாற்றப்பட்ட அலைகள், கீழே—திருத்தப்பட்ட அலைகள்

வலிமை பெருக்குதல் (amplifying) எனலாம். ரேடியோ நிலையத்திலிருந்து வரும் அலைகள் ஒலியின் அதிர்வு எண்ணினால் மாற்றப்பட்ட அலைகளாகும் (modulated waves). இந்த அலைகள் பூர்த்தியாக டெலிபோன் ரிசீவர் அமைப்பில் விழுந்தால் ஒலி ஏதும் கேட்காது. இதை முதலில் திருத்த வேண்டும். இதற்கும் வால்வு பயன்படுகிறது. மாற்றப்பட்ட அலைகளில் ஒரு பாதி வெட்டப்பட்டுத் திருத்தப்பட்ட அலைகள் (rectified waves) ஆகின்றன. இந்த அலைகள் கம்பியில் செல்லும் பொழுது ஒரே திசையில் செல்லும் மாறு மின்னோட்டத்தின் பலன் ஏற்படுகிறது. இந்த மாறுதலின் அதிர்வு எண், ரேடியோ நிலயத்தில் உண்டான ஒலியின் அதிர்வு எண்தான். ஆகையால் திருத்தப்பட்ட அலைகள் டெலிபோன் செவிக் குழாய்

போன்ற அமைப்புடைய ஒலி பெருக்கியில் விழும்பொழுது, ஒலி உண்டாகிறது.

ரிசீவரின் பாகங்கள்: ரேடியோ ரிசீவரில் உள்ள முக்கிய மான பாகங்கள்: (1) ஏரியல், (2) தூண்டற்பாடு சுருள்கள் (inductance coils), (3) மின் தங்கிகள் (condensers), (4) பெருக்கும் வால்வுகள் (amplifying valves), (5) திருத்தும்



படம் 143. ரிசீவரின் அமைப்பு
A—ஏரியல் P,S—தூண்டற்பாடு சுருள்கள் C—மின் தங்கிகள்
B_1, B_2, B_3—பாட்டரிகள் V_1, V_2—வால்வுகள் H—செவிக்குழாய்

வால்வு (rectifying valve), (6) ஒலி பெருக்கி (loud speaker). ரிசீவரை உபயோகிக்கும்பொழுது, நாம் எந்த ரேடியோ நிலையத் தின் எந்த அலை நீள ஒலிபரப்பைக் கேட்க விரும்புகிறோமோ அதற்குத் தகுந்தபடி, கருவியை சுரஐக்கியம் (tuning) செய்ய வேண்டும். இதற்கான ஒரு கைப்பிடியைத் திருப்பும்பொழுது, மின் தங்கிகள், தூண்டற்பாடு சுருள்கள், ஆகியவற்றின் நிலை களில் மாறுதல் ஏற்பட்டு, ரிசீவர் ஏற்கக்கூடிய அலை நீளமும் மாறும்.

ரேடியோவின் உபயோகங்கள்: தற்காலத்தில் ரேடியோ, மக்களுக்குக் கல்வி பரப்பும் சாதனமாகவும், செய்தி அறிவிப்புச் சாதனமாகவும் இருக்கிறது. இசைத் தட்டுக்கள் அல்லது சிறந்த பாடகர்களின் சங்கீதத்தை ஒலிபரப்புவதனால், இது

பொழுது போக்குச் சாதனமாகவும் உள்ளது. வானிலையறிவிப்புகள் ஒலிபரப்பப்படுவதால், ஆகாய விமானிகளும், பயிர்த் தொழில் செய்வோரும் பயனடைகிறார்கள். கப்பல்களிலும் விமானங்களிலும் செய்தி அனுப்பும் கருவிகளும் அமைக்கப் பட்டிருப்பதால், அவை தமக்குற்ற அபாய நிலைகளை அறிவிக்க முடியும். பள்ளி மாணவர்களுக்கெனத் தனிப்பட்ட சொற் பொழிவுகளும் நாடகங்களும் சொற்போட்டிகளும் ஒலிபரப்பப் படுகின்றன.

கேள்விகள்

1. ஓர் ஊடகத்திலுள்ள அலைகளின் அலை நீளத்திற்கும் அதிர்வு எண்ணுக்கும் சம்பந்தமென்ன ?
2. மின்காந்த அலைகள் இருப்பதை யார் எவ்வாறு கண்டுபிடித்தார் ?
3. 50 மீட்டர் அலைகள் எத்தனை கிலோ சைக்கிள் அலைகள் ?
4. மார்க்கோனி அமைத்த கம்பியில்லாத் தந்தியைப் பற்றி விவரி.
5. ஒரு டிரையோடு வால்வின் அமைப்பை விவரி. அது எதற்குப் பயன்படுகிறது ?
6. ரீசீவரின் பாகங்கள் என்ன ?
7. சுர ஐக்கியம் செய்தல் என்றால் என்ன ?
8. ரேடியோவின் உபயோகங்களைக் கூறுக.

27. சக்தி (Energy)

(சக்தி வகைகள்—நிலைச்சக்தி—சலனசக்தி—சக்தி மாற்றம்—எந்திர சக்தி—உஷ்ணசக்தி—ரசாயன சக்தி—மின்சார சக்தி—ஒலிசக்தி—ஒளி சக்தி.)

இவ்வுலகிலுள்ள பல பொருள்கள் வேலைசெய்யும் திறமையைப் பெற்றுள்ளன. இத்திறமையைச் சக்தி (energy) என்கிறோம். ஆகவே சக்தி என்பது வேலைசெய்யும் திறனைக் குறிக்கும். நாம் நடக்கும்போது நம்முடைய தேகத்திலுள்ள தசைகளின் சக்தி உபயோகப்படுகிறது. உயிர் அற்ற பொருள்களிலும் சக்தியைக் காணலாம். தண்ணீர், காற்று முதலிய பொருள்கள் அசைவற்றிருக்கும்பொழுது அவற்றிலுள்ள சக்தி நமக்குப்

புலப்படுவதில்லை. ஆற்றில் வெள்ளம் பெருக்கெடுத்துப் பல மரங்களை அடித்துக்கொண்டு போவதிலிருந்து, ஓடும் தண்ணீருக்குள்ள சக்தி வெளிப்படுகிறது.

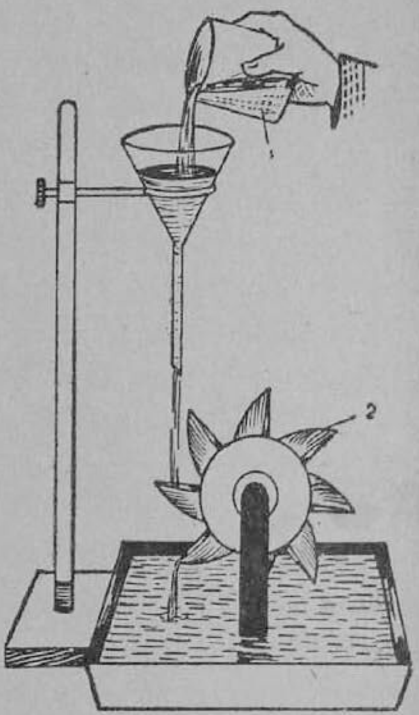
உயரமான இடத்திலிருந்து விரைவாக விழும் தண்ணீரை, அல்லது நீர் வீழ்ச்சி நீரை உபயோகித்து எந்திரங்களைச் சுழலச் செய்கிறோம். இவைகளெல்லாம் தண்ணீருக்குச் சக்தியுண்டு என்பதை நிரூபிக்கின்றன.

பாய்மரக் கப்பல்கள் ஓடுவது வீசும் காற்றினாலேயே. காற்று நின்றுவிட்டால் இத்தகைய கப்பல்கள் நின்றுவிடும். கடும்புயல் விசையால் பல மரங்களும் கட்டடங்களும் விழுந்து விடுவதைப் பார்க்கிறோம். இவைகளெல்லாம் வீசும் காற்று சக்தியுள்ளது என்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

சக்தியின் வகைகள் : **நிலைச்சக்தி** (potential energy), **சலன சக்தி** (kinetic energy) என **சக்தி** இருவகைப்படும். பீரங்கி வாயிலிருந்து புறப்படும் குண்டு எதிர்ப்படும் பொருளைத் துளைத்துச் செல்கிறது. துளைக்கும் வேலையைக் குண்டு, பீரங்கிக்குள்ளிருக்கும்பொழுது செய்ய முடியாது. வேகமாகச் செல்லும் பொழுதுதான், குண்டு சக்தியுடையதா யிருக்கிறது. வீசும் காற்றும், ஓடும் தண்ணீரும் இவ்வாறே தம் சலனத்தினால் சக்தி பெற்றிருக்கின்றன. ஒரு பொருள் தன் சலனத்தினால் பெறும் சக்திக்குச் **சலன சக்தி** என்று பெயர்.

நாம் கடிகாரத்திற்குச் சாவிகொடுத்து அதிலுள்ள சுருள் கம்பியை முறுக்கி விடுவதால் கடிகாரத்திலுள்ள சக்கரங்களை அசைக்கும்படி செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியைச் சேர்த்து வைக்கிறோம். இந்நிலையில் சுருள் கம்பியில் சக்தி மறைந்து இருக்கிறது. ஆனால் கடிகாரம் ஓடும்போது இச்சக்தி சலன சக்தியாக மாறி சக்கரங்களை இயங்கச் செய்கிறது. பொருள்கள் சலனமின்றி இருந்தாலும் அவைகளில் சக்தி யிருக்கலாம். சாவி கொடுத்து இறுகச் சுற்றிய நிலையில் கடிகாரச் சுருள் வில்லில் சக்தி மறைந்திருக்கிறது. வில் பிரியும்போதுதான் சக்தி மாற்றம் ஏற்பட்டு மறைந்த சக்தி வெளிப்படுகிறது. மேஜையின்மேல் வைக்கப்பட்ட கல்லில் சக்தியிருக்கிறது. ஆனால் அது வெளிப்

படையாய் நமக்குப் புலப்படவில்லை. கல் கீழே தள்ளப்பட்டால் அது விழுந்த இடத்தைச் சிறிது துளைக்கிறது. உயரமான இடத்திலுள்ள நீருக்குச் சக்தி இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. ஆனால் அது கீழே நீர்வீழ்ச்சியாக விழும்பொழுது அதிக சக்தி பெற்று எந்திரங்களை இயக்குகிறது. ஆகவே உயரமான இடத் இருந்தபொழுது அதில் சக்தி க்கவேண்டும். பொருள் ன் நிலை காரணமாக அதில் றைந்து நிற்கும் சக்திக்கு நிலைச் தி எனப்பெயர். சாவி கொடுக் பட்டிருக்கும் கடிகாரத்தின் ல், இழுத்துக் கட்டப்பட்டிருக் ம் ரப்பர், நாண் ஏற்றிய வில், யரத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட் ருக்கும் நீர் அல்லது கல், முதலியவைகளில் நிலைச்சக்தி இருக்கிறது.



படம் 144. சக்தி மாற்றம்
1. உயரத்தில் நிலைச் சக்தியுடைய நீர்
2. நீருருளை

சக்தியின் ரூபங்கள் : எந்திர சக்தி, வெப்பம், ஒளி, ஒலி, மின்சாரம், ரசாயன சக்தி என்ற பல ரூபங்களில் சக்தி இருக்கிறது. சக்தி பல ரூபங்களிலிருந்த போதிலும் எல்லாம் ஒரே சக்தியின் மாறுபாடுகளே. ஒரு சக்தி ரூபத்தை மற்றொரு சக்தி ரூபமாக மாற்றலாம்.

சக்தி மாற்றங்கள் :—(1) நிலக்கரியிலுள்ள ரசாயன சக்தி அது எரியும்பொழுது வெப்ப சக்தியாக மாறுகிறது.

(2) நீராவியிலுள்ள வெப்ப சக்தி ரயில் எஞ்சினை இயக்கும் போது எந்திர சக்தியாக மாறுகிறது.

(3) பழுக்கக் காய்ந்துகொண்டிருக்கும் ஓர் உலோகத்திலுள்ள வெப்ப சக்தி ஒளி சக்தியாக மாறி ஒளி வீசுகிறது.

(4) நீர் வீழ்ச்சிகளில் விழும் நீரிலுள்ள சலன சக்தி டைன மோக்களில் மின்சார சக்தியாக மாறுகிறது.

(5) டிராம்கள் ஓடும்போது மின்சார சக்தி எந்திரசக்தி யாகிறது.

(6) ரேடியோவில் மின்சார சக்தி ஒலி சக்தியாகிறது.

(7) மின் விளக்குகள் எரிவதில் மின்சாரசக்தி ஒளிசக்தியாக மாறுகிறது.

(8) மின்கலங்களில் உள்ள ரசாயனப் பொருள்களில் மஐ திருக்கும் ரசாயன சக்தி மின்சார சக்தியாக வெளிப்படுகிறது

(9) இரும்பைச் சம்மட்டியால் அடிக்கும்பொழுது கை லுள்ள தசைச் சக்தி சலன சக்தியாகவும், முடிவில் வெப்பச யாகவும் மாற்றமடைகிறது.

மேற்கூறியவைகளிலிருந்து சக்தி பல ரூபங்களில் உள்ள என்றும், ஒருவித சக்தியை மற்ருென்ருக மாற்றலாம் என்று அறிகிறோம்.

சக்தி மாற்றம் ஏற்படும்பொழுது சக்தியில் நஷ்டம் ஏ படுவதில்லை. ஒருவித சக்தி மறைந்தால் அதற்குப் பதிலாக அதற்குச் சமமான வேறு ஒரு சக்தி உண்டாகிறது. சக்தியை அழிக்க முடியாது. சக்திக்குள்ள இக்குணத்திற்கு **சக்தியின் அழியாத்தன்மை** (conservation of energy) என்று பெயர்.

கேள்விகள்

1. சக்தியின் இரு முக்கிய வகைகள் யாவை? ஒவ்வொன்றிற்கும் இரு உதாரணங்கள் தருக.

2. நிலைச் சக்தி என்பதை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

3. கடிகாரத்திலுள்ள சுருள் வில்லின் சக்தி எந்த வகையைச் சேர்ந்தது?

4. சக்தியின் ரூபங்கள் யாவை?

5. ஒருவித சக்தியை மற்ருெரு வகையாக மாற்றலாம் என்பதை உதாரணத்துடன் விளக்குக.

6. கீழ்க்கண்ட சக்தி மாற்றங்களை விளக்க ஒவ்வொரு உதாரணம் தருக.

(a) வெப்ப சக்தி எந்திர சக்தியாதல்.

(b) எந்திர சக்தி மின்சார சக்தியாதல்.
(c) உஷ்ணசக்தி ஒளி சக்தியாதல்.
(d) மின்சார சக்தி எந்திர சக்தியாதல்.
(e) ஒளிசக்தி ரசாயன சக்தியாதல்.
(f) மின்சார சக்தி ஒலி சக்தியாதல்.

7. கீழ்க் கொடுக்கப்பட்டுள்ள நிகழ்ச்சிகளில் எவ்வித சக்தி மாற்றம் ஏற்படுகிறது?

(a) கிராமபோனில் இசைத்தட்டு சுழலுதல்.
(b) மின்சார விசிறி சுற்றுதல்.
(c) மின்சார இஸ்திரிப்பெட்டி வேலை செய்தல்.
(d) மின்சார முலாம் பூசுதல்.
(e) டெலிபோன் கருவி வேலை செய்தல்.

28. ஜடப் பொருளின் அமைப்பு

[மூலக் கூறு, அணு, அணுச்சக்தி]

மூலகங்களும் கூட்டுப் பொருள்களும் : நாம் பார்க்கின்ற ஜடப் பொருள்கள் எத்தனையோ விதமாக இருந்தாலும், அவற்றை **மூலகங்கள்** (elements), **கூட்டுப் பொருள்கள்** (compounds) என்ற இரு வகைகளுள் அடக்கலாம். மூலகம் என்பது ரசாயன முறைகளால் வேறு இரண்டு பொருள்களாகப் பிரிக்க முடியாத ஒரு பொருள். கூட்டுப் பொருள் என்பது இரண்டோ இரண்டுக்கு மேற்பட்டோ மூலகங்கள் குறிப்பிட்ட விகிதங்களில் கூடி அமைந்த பொருள்.

ஒரு கூட்டுப் பொருளைப் பகுத்துக் கொண்டே சென்றால், முடிவாக நாம் பெறும் மிகச் சிறு இம்மிக்கு **மூலக் கூறு** (molecule) என்று பெயர். கூட்டுப் பொருளின் மூலக் கூற்றை மேலும் பகுத்தால், அது, அதிலுள்ள மூலகங்களின் இம்மிகளாகப் பிரியும். மூலகங்களின் மிகச் சிறு இம்மிக்கு **அணு** (atom) என்று பெயர்.

ஒரு மூலகத்தின் அணுக்கள் இரண்டிரண்டாகவோ, மும்மூன்றாகவோ சேர்ந்திருக்கலாம். அப்பொழுது மூலகத்தின்

மிகச் சிறு இம்மியில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் இருக்கும். இந்த இம்மியையும் மூலக்கூறு என்று தான் சொல்ல வேண்டும். உதாரணமாக ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன், குளோரின் முதலிய மூலகங்களின் மூலக் கூறுகளில் இரண்டு அணுக்கள் உண்டு.

ஜான் டால்ட்டன்

டால்டனின் அணுக் கொள்கை: ஜான் டால்டன் (John Dalto[n]) என்ற விஞ்ஞானி ஜடப் பொரு[ள்]களின் அமைப்பைப் பற்[றி] தமது அணுக் கொள்கையை [வெளியிட்டு]ரித்த பிறகு தான் ரசாயன சா[ஸ்]திரத்தில் மிகுந்த முன்னேற்ற[ம்] ஏற்படத் தொடங்கியது. அ[வ]ருடைய அணுக் கொள்கையை பின்வருமாறு கூறலாம் (1) மூலகங்கள் பிளக்க முடியாத மிகச் சிறு அணுக்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. (2) ஒரு மூலகத்தின் அணுக்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியான எடையும் பிற குணங்களும் உள்ளவை. ஆனால் அவை வேறு மூலகங்களின் அணுக்களிலிருந்து வேறு பட்டவை. (3) அணுக்களை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது. (4) வெவ்வேறு மூலகங்களின் அணுக்கள் எளிய எண் விகிதத்தில் கூடி, கூட்டுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன.

ரேடியக் கிளர்ச்சி: அணுக்களைப் பிளக்க முடியாது என்ற கொள்கை, சில மூலகங்களின் அணுக்கள் தாமே பிளவுபடும் நிகழ்ச்சியைக் கண்டுபிடித்தவுடன் தகர்ந்து விட்டது. யுரேனியம், ரேடியம், தோரியம் முதலிய சில மூலகங்களின் அணுக்கள் தாமாகவே பிளவுபடுகின்றன. அப்பொழுது நேர் மின்சார இம்மிகள், எதிர் மின்சார இம்மிகள், சக்தி வாய்ந்த X கிரணங்கள் போன்ற கதிர்கள் எல்லாம் வெளிப்பட்டன.

இந்த மூலகங்கள் இருட்டில் ஒளி விடுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியே ரேடியக் கிளர்ச்சி (radio-activity) என்று பெயர் பெற்றது. ஆகவே அணு என்பது கெட்டியான இடை வெளியில்லாத ஒரு கோளமன்று எனவும், அதற்கு உள்ளமைப்பு ஒன்று இருக்கிறதென்றும் புலனாயிற்று.

அணுவின் அமைப்பைப் பற்றி, ஜே. ஜே. தாம்சன், ரூதர் போர்டு (Rutherford), போர் (Bohr) முதலிய விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ச்சி செய்து மேன்மேலும் பல புதிய விவரங்களைக் கண்டு பிடித்தனர். இவற்றின் பயனாக அணுக்களின் உள்ளமைப்பு ஒருவாறு விளங்கியது.

அணுக்களின் உள்ளமைப்பு : விஞ்ஞானிகள் 92 மூலகங்களைக் கண்டு பிடித்துள்ளனர். இவற்றில் மிகக் குறைவான **அணு எடை** (atomic weight) உள்ளது ஹைடிரஜன் ; மிகவும் அதிகமான அணு எடை உடையது யுரேனியம். எல்லா மூலகங்களுடைய அணுக்களிலும் இரண்டு முக்கிய பாகங்கள் உண்டு. அணுவின் நடுப்பகுதி **கேந்திரகம்** (nucleus) ஆகும் ; இதைச் சுற்றிச் சுற்றி **மின்னணுக்கள்** (electrons) வந்து கொண்டிருக்கின்றன. மின்னணு என்பது எதிர் மின்சார முடையது. பொதுவாக கேந்திரகத்தில் இரண்டு விதமான இம்மிகள் உண்டு. ஒரு வகைக்குப் **புரோட்டான்** (proton) என்றும் மற்றொரு வகைக்கு **நியூட்ரான்** (neutron) என்றும் பெயர். ஒவ்வொரு புரோட்டானும் ஒரு மின்னணுவைப் போல் சுமார் 2000 மடங்கு எடையுள்ளது ; ஆனால் மின்னணுவின் எதிர் மின்சாரத்துக்குச் சமமான நேர் மின்சார முடையது. நியூட்ரான் மின்சார மற்றது ; ஆனால் புரோட்டானுக்குச் சமமான எடையுள்ளது. கேந்திரகத்தில் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் பேரளவு சக்தியினால் கட்டுப்பட்டுக் கூடியுள்ளன.

ஹைடிரஜன் : இதன் அணு அமைப்பு மிகவும் எளிது ; இதன் கேந்திரகத்தில் ஒரு புரோட்டான் உண்டு ; நியூட்ரான் கிடையாது. கேந்திரகத்தைச் சுற்றிச் சுற்றி ஒரு மின் அணு வந்து கொண்டிருக்கும். கேந்திரகத்தின் நேர் மின்சாரமும் மின்னணுவின் எதிர் மின்சாரமும் சமம் ; ஆகவே ஹைடிரஜன்

அணு மொத்தத்தில் நடு நிலைமையிலிருக்கிறது. ஆனால் மின்னணு கேந்திரகத்தை விட்டுப் பிரியாது சுற்றி வருவதற்கு, இந்த மின் விசையே காரணமெனலாம்.

ஹீலியம் அணு : ஹைடிரஜன் அணுவைக் காட்டிலும் அதிக எடையுள்ளது ஹீலியம் அணு. இதன் கேந்திரகத்தில் இரண்டு புரோட்டான்களும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. கேந்திரகம் மொத்தத்தில் 2 அலகு நேர் மின்சாரமுடையது. இதை ஈடு செய்ய, இரண்டு மின்னணுக்கள் சுற்றி வருகின்றன.

இதே போல் பிற மூலக அணுக்களில் மேலும் அதிகமான மின்னணுக்கள் சுற்றி வருகின்றன ; கேந்திரகமும் அதிக எடை பெறுகிறது. ஆக்ஸிஜனில் 8 மின்னணுக்கள், சோடியத்தில் 11 மின் அணுக்கள், யுரேனியத்தில் 92 மின் அணுக்கள் கேந்திரகத்துக்கு வெளியே சுற்றுகின்றன.

ஒரு மூலகத்தின் கேந்திரகத்தைச் சுற்றிவரும் மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கையே, அதன் **அணு எண்** (atomic number) எனப்படும். மின்னணுக்களின் எடை மிகக் குறைவு. ஆகையால், அதிகமான அணு எண் உடைய மூலகத்தின் கேந்திரகத்தில் அதிக அளவு புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் இருக்கும். இத்தகைய சில மூலகங்களின் கேந்திரகம் அதிக எடையும் நெருக்கடியும் உள்ளதாகி, கேந்திரகம் பிளந்து, சில இம்மிகளை வெளியே எறிகிறது. இதுவே ரேடியக் கிளர்ச்சி. கேந்திரகத்தைச் சுற்றிவரும் மின் அணுக்கள் வெவ்வேறு பாதைகளில் சுழன்று கொண்டிருக்கும். இவற்றில் சில தாற்காலிகமாக விடுபட்டு ஓடுவது தான் மின்னோட்டம் ஆகும்.

அணுச்சக்தி : யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் போன்ற மூலகங்களின் அணுவிலுள்ள கேந்திரகம் பிளந்து புரோட்டான்களையும் நியூட்ரான்களையும் வெளியே வீசுகின்றது. இப்பொழுது அதிகமான சக்தி வெளிப்படுகிறது. இதுவே அணுச் சக்தி எனப்படுகிறது. அணுச் சக்தியைப் பயன்படுத்தி வெடிக்கும் குண்டுதான் அணுகுண்டு. தற்காலத்தில் அணுச் சக்தியைக் கொண்டு தொழிற்சாலைகளை இயக்கவும், கப்பல்களைச் செலுத்தவும் முடியுமா என்று ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்படுகின்றன.

இந்த ஆராய்ச்சிகள் பயனளித்தால், ஒன்றிரண்டு கிலோகிராம் எடையுள்ள யுரேனியம் போன்ற மூலகத்தின் அணுச் சக்தியைக் கொண்டு, ஆயிரக் கணக்கான டன் எடையுள்ள நிலக்கரியை எரித்து, நாம் செய்விக்கும் வேலைகளைச் செய்து முடித்து விடலாம். அப்பொழுது மனித வாழ்க்கை மிகவும் வசதியுடையதாக மாறிவிடக் கூடும்.

கேள்விகள்

1. மூலக் கூறு, அணு—வேற்றுமையை விளக்குக.
2. டால்ட்டனின் அணுக் கொள்கை என்ன?
3. ரேடியக் கிளர்ச்சி என்பது யாது?
4. அணுவின் உள்ளமைப்பு எவ்வாறு இருப்பதாகக் கருதப் படுகிறது?
5. ரேடியக் கிளர்ச்சியின்பொழுது என்ன நிகழ்கிறது?
6. அணுச் சக்தி என்பது எங்குள்ள சக்தி?

இரண்டாம் பாகம்

ரசாயனம்

பொருளடக்கம்

எண்			பக்கம்
1.	கலவைகளைப் பிரிக்க உதவும் சில முறைகள்	...	1
2.	ஜடப் பொருள்களின் வகைகளும் அவை அடையும் மாற்றங்களும்	...	12
3.	மூன்று முக்கிய அமிலங்கள்	...	22
4.	காரங்கள்	...	35
5.	உப்புக்கள்	...	43
6.	சாதாரண உப்பும் அதனின்று கிடைக்கும் பொருள்களும்	...	48
7.	கந்தகமும் அதன் சேர்க்கைப் பொருள்களும்	...	57
8.	பாஸ்வரம்	...	66
9.	நைட்டிரேட்டுகள்	...	71
10.	உலோகங்கள்	...	76
11.	உலோகக் கலவைகள்	...	88
12.	ஆல்கஹால்	...	91

இரண்டாம் பாகம்—ரசாயனம்

1. கலவைகளைப் பிரிக்க உதவும் சில முறைகள்

(கலவைகளைப் பிரிக்கும் சில சாதாரண முறைகள்—கரைப்பு, வடிகட்டுதல், பதங்கமாதல், காய்ச்சி வடித்தல், வடித்துப் பகுத்தல், படிகமாதல், படிகமாக்கிப் பகுத்தல்.)

நாம் நம்மைச் சுற்றிலும் பலவிதமான ஜடப் பெருள்களைப் பார்க்கிறோம். அவைகளில் சில தம் உருவத்திலும், குணத்திலும் சில காரணங்களை முன்னிட்டு மாற்றம் அடைகின்றன. இரும்பு ஈரக் காற்றில் துருப் பிடிக்கிறது; தாமிரப் பாத்திரத்தில் பச்சை நிறமான களிம்பு ஏறுகிறது. ஈரமான சுண்ணும்பு காற்றில் திறந்தபடி இருந்தால் தன் காரத் தன்மையை இழந்து கடினமாகிறது. சில ஜடப் பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேரும் பொழுது மாற்றங்களை அடைந்து வேறு புதிய பொருள்களாகின்றன. பாலில் புளிப்பு சம்பந்தமான பொருள் சிறிது கலந்தாலும், அது தயிராக மாறிவிடுகிறது. தங்கம் அல்லது வெள்ளியால் செய்யப்பட்ட நகைகள் அல்லது பாத்திரங்களில் கந்தகம் பட்டால் அவை கறுத்துப் போகின்றன. இவ்விதம் பொருள்களின் அமைப்பிலும் குணங்களிலும் ஏற்படும் மாற்றங்களையும், மாற்றங்களுக்குரிய விதிகளையும் பற்றி உரைக்கும் நூல் '**ரசாயன நூல்**' எனப்படும்.

நம்மைச் சுற்றி எண்ணற்ற ஜடப் பொருள்கள் இருக்கும் பொழுது, அவை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்துவிடுவது இயல்பு தானே? ஆகவே, கலவையிலிருந்து அதிலுள்ள பகுதிகளைத் தனித்தனியே பிரிக்கும் முறைகளை நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். தொன்றுதொட்டு நாம் நம் வீடுகளில் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருக்கும் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கச் சில முறைகளைக் கையாளுகிறோம். நெல், கம்பு, சோளம் போன்ற தானியங்களிலிருந்து பதர், தூசி இவைகளை நீக்க, அவற்றைக் காற்றில் தூற்றுகிறோம்; அல்லது முறம் கொண்டுபுடைக்கிறோம்.

அரிசி, உளுந்து இவைகளில் இருக்கும் சிறு கற்களைப் பொறுக்கி எடுக்கிறோம். அரிசி, பருப்பு இவைகளில் இருக்கும் மிகச் சிறிய கற்களை நீக்க, அவைகளை நீர் விட்டுக் கழுவி, கற்களைக் களைந்து எடுக்கிறோம். அரிசியில் இருக்கும் நெல்லை நீக்கவும், அரிசி மாவிலிருந்து பெருந் தூள்களை நீக்கவும், நாம் சல்லடை கொண்டு சலிக்கிறோம். மணலில் இருக்கும் இரும்புத் தூளை ஒரு காந்தத்தில் ஒட்டச் செய்து பிரிக்கிறோம். காப்பிப் பானம் தயாரிக்கும் பொழுது சக்கையைத் துணி கொண்டு வடிகட்டி நீக்குகிறோம். ஆகவே, **தூற்றுதல், புடைத்தல், சலித்தல், பொறுக்குதல், வடிகட்டுதல், காந்தத்தால் பிரித்தல்** இவை போன்ற பிரிக்கும் முறைகள் அனைவருக்கும் தெரிந்தவையே. இம்முறைகள் விஞ்ஞானத் துறையிலும் உபயோகமாகின்றன. உதாரணமாக, மணலிலிருந்து தூற்றுதல் முறையில் உலோக தாதுக்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. தங்கத்தை மணலிலிருந்து பிரித்தெடுக்க அக்கலவையை நீரோட்டத்தில் கழுவி, கனமான தங்கத் தூளைப் பிரித்தெடுக்கின்றனர். சுத்தமான நிக்கல் நாணயங்கள் காந்தத்தால் கவர்ச்சி செய்யப்படும்; போலி நாணயங்கள் காந்தத்தில் ஒட்டாது. இம்முறைப்படி அரை ரூபாய், கால் ரூபாய் நாணயங்களில் கலந்திருக்கும் கள்ள நாணயங்களைக் கண்டுபிடித்து எடுத்துவிடலாம்.

ரசாயனிகள் கலவைகளைப் பிரிக்கப் பயன்படுத்தும் சில முறைகளைப் பற்றி இங்கு அறிவோம்.

தெளியவைத்து இறுத்தல் (decantation): நம் வீடுகளில் நாம் உண்ணும்பொழுது உபயோகிக்கும் ரசம், குழம்பு, மோர் இவைகளைப் பாத்திரங்களில் தனித்தனியே சிறிது நேரம் வைத்திருந்தால் அவைகளில் உள்ள வண்டல், பாத்திரத்தின் அடியில் படியும்; தெளிந்த திரவம் மேலே நிற்கும்; வேண்டும் பொழுது பாத்திரத்தை அசைக்காமல் சாக்கிரதையாக மேலே நிற்கும் தெளிந்த திரவத்தை மட்டும் மற்றொரு பாத்திரத்திற்கு இறுத்து விடலாம். மழை காலத்தில் ஆறு, குளம் இவைகளில் இருக்கும் நீர் மணல், களி இவைகளுடன் குழம்பிக் கலங்கி இருக்கும். இந்த நீரை அப்படியே சமைக்கவோ, குடிக்கவோ உபயோகிக்கக்

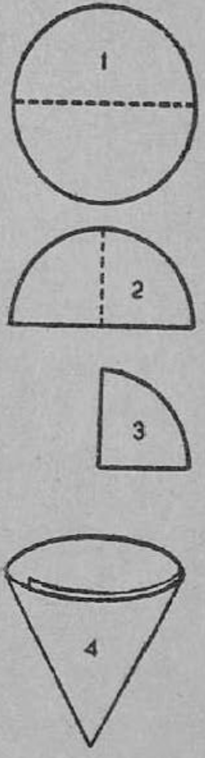
கூடாது. அந்த நீரை ஒரு பெரிய பாத்திரத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு மணி நேரம் வரை அசைவற்று இருக்கும்படி செய்தால், அந்நீரிலுள்ள மிதக்கும் அசுத்தங்களும், பொடி மணலும் பாத்திரத்தின் அடியில் வண்டலாகப் படியும். சிறிது படிகாரம் கரைந்த நீரை அந்த நீருடன் சேர்த்தால், வண்டல் விரைவாக அடியில் படிந்து, நீர் தெளியும். பின்னர் தெளிந்த நீரை இறுத்து மற்ெருரு பாத்திரத்திற்கு மாற்றி விடலாம். இம்முறைப்படி எல்லா நீரையும் தெளியச் செய்து இறுக்க முடியாது. தவிரவும் இறுத்து ஊற்றும் பொழுது சில மிதக்கும் பொருள்களும், சிறிது வண்டலும் தெளிந்த நீருடன் இறங்கி விடும். ஆகவே மிதக்கும் (அல்லது கரையாத) அசுத்தங்கள் இருக்கும் ஒரு திரவத்திலிருந்து சுத்தமான திரவத்தை அடைய இது சுமாரான முறையே ஆகும்.

வடிகட்டுதல் (filteration): நீரிலோ அல்லது திரவத்திலோ மிதந்துகொண்டிருக்கும் அசுத்தங்களையும், கரையாமல் அடியில் படிந்திருக்கும் அசுத்தங்களையும் நீக்கி, நீரை அல்லது திரவத்தைச் சுத்தமாக அடைய இது சிறந்த முறையாகும். இம் முறைப்படி திரவம் முழுவதையும் சிறிதுகூடச் சேதப்படாமல் வடிகட்டி அசுத்தங்களை அறவே நீக்கி அடையலாம். இப்படி திரவத்தைச் சுத்தப்படுத்த நேரம் ஆகும். ஆகவே மிக முக்கிய மான காரியங்களுக்கு மட்டும் இம்முறை உபயோகிக்கப் படுகிறது.

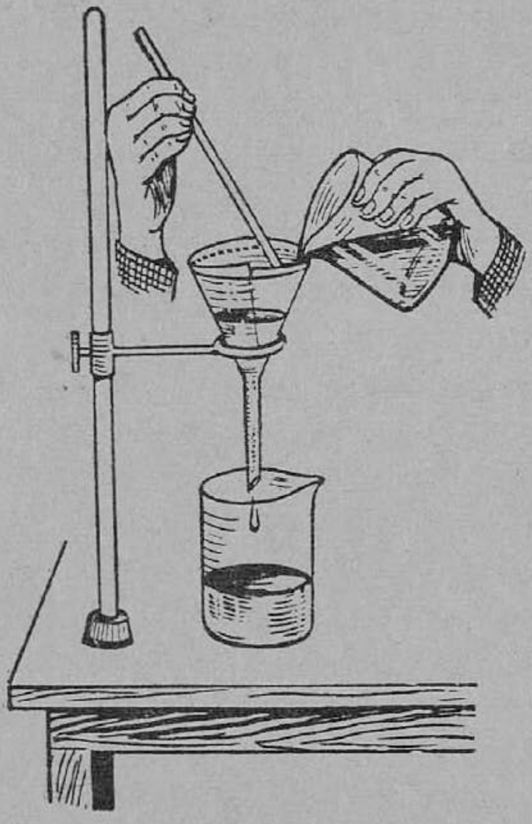
துவாரமிடப்பட்ட பாத்திரங்கள், கம்பி வலை பொருத்தப் பட்ட பாத்திரங்கள், தடித்த துணி இவைகளை நாம் வீடுகளில் 'வடிகட்டி'யாக உபயோகிக்கிறோம். நகரங்களில், குடிப்பதற்கான தண்ணீரை மணல், சிறு கற்கள், கரி, பெருங் கற்கள் இவை கலந்த படுகைகளில் செலுத்தி வடிகட்டுகிறார்கள். ரசாயனச் சோதனைகளுக்கு வேண்டிய திரவங்களைச் சோதனைச் சாலைகளில் நாம் 'வடிதாள்' கொண்டு வடிகட்டுகிறோம்.

வடிதாள் வட்ட வடிவமாய் மை ஒற்றும் தாளைப் போல் நுண் துளைகளுடன் கூடிய காகிதம். அதைப் பாதியாக மடித்து அரை வட்ட வடிவமுள்ளதாகச் செய். அதை மீண்டும் பாதியாக

மடித்துக் கால் வட்ட வடிவமுள்ளதாகச் செய். இப்பொழுது அதைக் கூம்பு வடிவமாக இருக்குமாறு பிரித்து ஒரு கண்ணுடிப் புனலின் உள்ளே புகுத்து. வடிதாளின் ஓரங்கள் புனலின் பக்கங்களில் ஒட்டும்படி செய்யவும், அதன் கூர் முனை புனலின்



படம் 1. வடி தாளை மடிக்கும் விதம்



படம் 2. வடிகட்டுதல்

அடியில் நன்கு பதியும்படி செய்யவும், புனலினுள் சிறிது நீர் விட்டு வடிதாளை ஈரமுள்ளதாகச் செய். இப்பொழுது நாம் வடி தாளை 'வடிகட்டி'யாகத் தயாரித்து விட்டோம். பின்னர், இந்தப் புனலை ஒரு மரத் தாங்கியின் வளையத்தில் பொருத்தி, புனலுக்குக் கீழ் ஒரு கண்ணுடி பீக்கரை வைத்து, வடிகட்ட வேண்டிய திரவத்தை வடிகட்டி விடலாம். வண்டல், வடிதாளில்

தங்கும் ; சுத்தத் திரவம் கீழுள்ள பீக்கரில் சேரும். அதை 'வடி கட்டிய நீர் (திரவம்)' என்பர்.

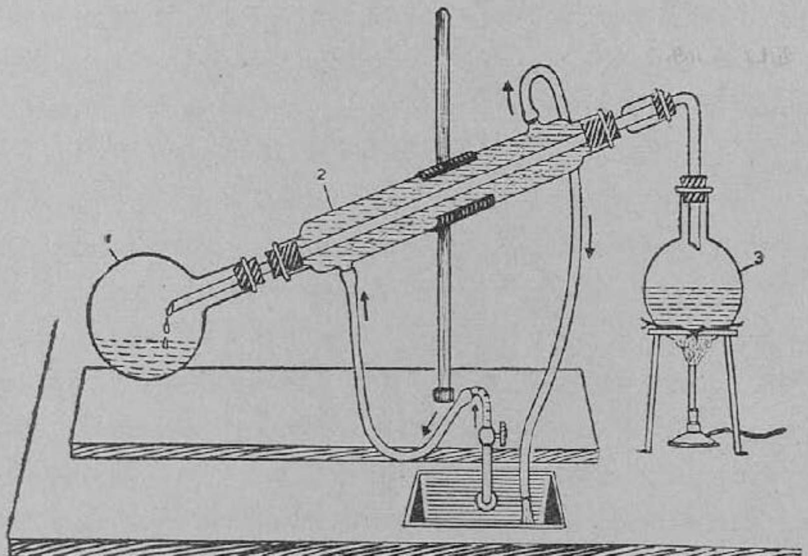
மணல்—உப்புக் கலவையிலிருந்து, மணலையும், உப்பையும் தனித்தனியே பிரித்துவிட, கரைதல் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். இக்கலவையுடன் நீர் சேர்த்தால், உப்பு கரைந்து விடும் ; மணல் பாத்திரத்தின் அடியில் தங்கி விடும். பிறகு மணலை வடி கட்டி நீக்கி விடலாம். புனலின் அடியில் இறங்கும் உப்பு நீரை வெயிலில் வைத்தோ, அல்லது காய்ச்சியோ அதிலுள்ள நீரை ஆவியாக்கி உப்பை அடையலாம். இவ்விதம் ஒரு கரைசலிலிருந்து அதில் கரைந்திருக்கும் பொருளை அடையும் முறைக்கு **ஆவியாதல் முறை** (evaporation) என்று பெயர். ஆகவே, நாம் எடுத்துக் கொண்ட உப்பு-மணல் கலவையிலுள்ள உப்பையும் மணலையும் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்க நாம் (1) வடிகட்டுதல், (2) ஆவியாதல் ஆகிய இரு முறைகளைக் கையாளுகிறோம்.

நீரைத் தவிர வேறு கரைப்பான்களும் இருக்கின்றன. உதாரணமாக, கொழுப்பு, கற்பூரம், அயொடின் இவை ஆல்கஹாலில் கரையும். மஞ்சள் பாஸ்வரம், கந்தகம் இவை கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையும். ஆகவே, ஒரு கலவையில் இருக்கும் பகுதிகளில் ஒன்று கரையும் பொருளாக இருந்தால், அந்தப் பொருளைக் கரைக்கக் கூடிய கரைப்பானில் அதைக் கரைத்து, நாம் அதைக் கலவையிலிருந்து நீக்கி விடலாம்.

வெடி மருந்தில் அடங்கியுள்ள பகுதிகளைத் தனித்தனியே பிரித்தல் : வெடி மருந்தில் (gun powder) கந்தகம், கார்பன் (கரி), வெடியுப்பு ஆக மூன்று பொருள்கள் கலந்திருக்கின்றன. இந்தக் கலவையில் சிறிதளவு எடுத்து ஒரு பீக்கரில் வைத்துச் சிறிது நீர் சேர்த்துக் குலுக்கினால், நீரில் வெடியுப்பு கரைந்து விடும். பீக்கரின் அடியில் கந்தகமும் கரியும் தங்கும். இக் கலவையை வடிதாளில் ஊற்றி முறைப்படி வடிக்கட்டினால், வடி தாளில் கரியும் கந்தகமும் தங்கும்; வெடியுப்புக் கரைசல் வடி தாளின் வழியே கீழுள்ள பாத்திரத்தினுள் இறங்கும். அதைக் காய்ச்சி, ஆவியாதல் முறையில் நீரை நீக்கி வெடியுப்பை அடையலாம்.

வடிதாளில் தங்கி இருக்கும் கரியையும் கந்தகத்தையும், மற்ருெரு பீக்கரினுள் போட்டு, கார்பன்-டை-சல்பைடு என்ற திரவத்தைச் சேர்த்தால், அத்திரவத்தினுள் கந்தகம் கரைந்து விடும். கரையாமல் நிற்கும் கரியை வடிகட்டி வடிதாளில் அடையலாம். பிறகு கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தைக் காற்றில் திறந்தபடி சிறிது நேரம் வைத்திருந்தால், அது தானுகவே ஆவியாகி மறைந்துவிடும். அது இருந்த பாத்திரத்தின் அடியில் கந்தகம் நிற்கும். இவ்விதம் வெடி மருந்திலிருந்து நாம் வெடியுப்பு, கரி, கந்தகம் ஆகிய அதன் பகுதிகளைத் தனித்தனியே அடையலாம்.

காய்ச்சி வடித்தல் (distillation): நீங்கள் நான்காம் படிவம் படிக்கும் பொழுது, ஓர் அசுத்தமான திரவத்திலிருந்து



படம் 3. காய்ச்சி வடித்தல்
1. வாலை, 2. லீபிக் கண்டென்ஸர், 3. கொள்கலம்

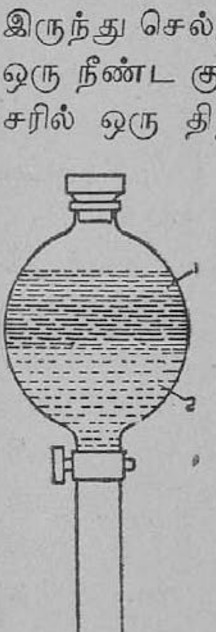
சுத்தமான திரவத்தை அடைய 'காய்ச்சி வடித்தல்' முறையை உபயோகப்படுத்தலாம் என அறிந்தீர்கள். இம் முறையில், கரைந்த அசுத்தங்கள் நிறைந்த ஒரு திரவத்தை ஒரு வாலையில் காய்ச்சி அத்திரவத்தை மட்டும் ஆவியாகச் செய்கிருேம். பிறகு

ஆவியை வாலேயிலிருந்து, நீரில் மிதந்துகொண்டிருக்கும் கொள் கலத்தில் செலுத்திக் குளிரச் செய்து, மீண்டும் அதைத் திரவ மாகச் சுருங்கச் செய்கிரும். கொள்கலத்தில் வடியும் திரவம் **வாலே வடிதிரவம்** (distillate) எனப்படும். அது மிகச் சுத்தமான திரவம் ஆகும் ; அசுத்தங்கள் வாலேயிலேயே தங்கி விடும். இம் முறைப்படித்தான் சோதனேச் சாலேகளிலும் ஆஸ் பத்திரிகளிலும் 'காய்ச்சி வடித்த நீர்' தயாரிக்கப்படுகிறது ; கப்பல்களில் கடல் நீரிலிருந்து சுத்தநீர் தயாரிக்கப்படுகிறது ; பாரமானிகள், உஷ்ணமானிகள் இவை செய்வதற்கு வேண்டிய சுத்தமான பாதரசம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

வடித்துப் பகுத்தல் (fractional distillation) : ஆல்க-ஹாலும், தண்ணீரும் ஒன்றில் ஒன்று கரையும். இக்கலவையில் இருந்து அவை ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்க 'வடித்துப் பகுத்தல்' முறை உதவும். இம்முறையில், இரு திரவங்களும் சேர்ந்த கலவையை ஒரு வாலேயில் வைத்துக் காய்ச்ச வேண்டும். நீர் 100°C-இல் கொதித்து ஆவி ஆகும். ஆல்கஹால் 78°C-இல் கொதித்து ஆவி ஆகும். அத்திரவங் களின் கொதிநிலேகளேத் தெரிந்து கொள்வதற்காக, வாலேயினுள் திரவக் கலவைக்கு மேல் பல்பு இருக்கும்படி ஓர் உஷ்ணமானி யைச் செருகிவைப்போம். கலவையின் உஷ்ணநிலே 78°C முதல் 85°C வரை இருக்கும்பொழுது, ஆல்கஹால் கொதித்து ஆவி யாகும். இப்பொழுது சிறிதளவு நீரே ஆவியாகி வரும். இந்த ஆவி கொள்கலத்தில் சேர்ந்து, குளிர்ந்து சுருங்கித் திரவமாகும். இந்தத் திரவத்தில் 90 சதவீதத்துக்கு அதிகமான ஆல்கஹாலும், சிறிதளவு நீரும் இருக்கும். பின்னர், உஷ்ணமானியில் உஷ்ணநிலே மேலே ஏற ஆரம்பிக்கும் பொழுது, அந்தக் கொள்கலத்தை நீக்கிவிட்டு மற்ருெரு கொள்கலத்தைப் போக்குக் குழாயுடன் இணேத்துவிடுவோம். கலவையின் உஷ்ண நிலே 100°C-ஐ நெருங்கும்பொழுது அதிக அளவு நீர் ஆவியாகிக் கொள்கலத்தைச் சேர்ந்து, அங்குச் சுருங்கித் திரவமாகும். இதில் பெரும்பகுதி நீரும், ஒரு சிறிது ஆல்கஹாலும் இருக்கும். பெரும்பகுதி ஆல்கஹால் உள்ள கலவையை மற்றுமொருமுறை

காய்ச்சி வடித்தால், மேலும் சுத்தமான ஆல்கஹால் கிடைக்கும். இவ்விதம் ஒரு திரவக் கலவையில் உள்ள திரவங்களைக் காய்ச்சி வடித்து, அவற்றின் கொதிநிலை வித்தியாசங்களைப் பயன் படுத்திப் பிரிக்கும் முறைக்கு **வடித்துப் பகுத்தல்** என்று பெயர். இந்த முறைப்படி இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற் பட்ட திரவங்கள் ஒன்ருகக் கலந்திருந்தால் அவைகளைத் தனித் தனியே சுத்தத் திரவங்களாகப் பிரித்து விடலாம்.

வடித்துப் பகுத்தல் முறைக்கு அவசியமான உபகரணத்தின் அமைப்பு படம் 3-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இங்கு வாலையில் இருந்து செல்லும் ஆவிகள் 'லீபிக் கண்டென்சர்' எனப்படும் ஒரு நீண்ட குழாயின் வழியே செல்கின்றன. லீபிக் கண்டென் சரில் ஒரு திறப்பின் வழியே நீரோட்டம் உள் செல்லுகிறது. மற்ருெரு திறப்பின் வழியே நீரோட்டம் வெளிச் செல்லுகின்றது. இந்த நீரோட்டம் திரவங்களின் ஆவி செல்லும் குழாயைச் சுற்றிலும் இருப்ப தால், அந்த ஆவி கொள்கலத்தினுள் நுழைவதற் குள் முற்றிலும் குளிர்ந்து திரவநிலையை அடை யும். பெட்ரோலியத்திலிருந்து பெட்ரோல், பென்சீன், கெரசீன் போன்ற பொருள்கள் தனித் தனியே பிரித்தெடுக்க வடித்துப் பகுத்தல் முறை பயன்படுகிறது.

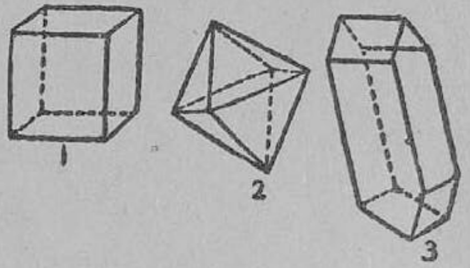


படம் 4.
பிரி புனல்
1, 2 கலக்காத இரு திரவங்கள்

ஒன்றுடன் ஒன்று கலவாத திரவக் கலவைகள் :

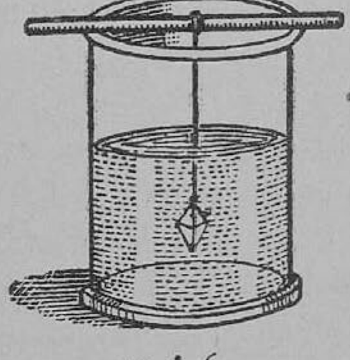
எண்ணெயும் தண்ணீரும் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டால், மேலே எண்ணெயும் கீழே தண்ணீரும் பிரிந்து நிற்கும். இரண்டு திரவங் கள் பிரியும் இடம் ஒரு கோடு போல் தெரியும். ஆதலால் இத்திரவக் கலவையைப் **பிரி புனல்** (separating funnel) என்ற கருவியினுள் ஊற்றி, புனலின் அடியில் தங்கும் கனமான திரவத்தை மட்டும் அடைப்பானைத் திறந்து, ஒரு பாத்திரத்தினுள் இறங்கச் செய்யலாம். இலேசான திரவம் புனலிலேயே தங்கிவிடும்.

படிகமாதல் (crystallisation): நான்காம் படிவப் புத்தகத்தில் படிகங்களைத் தயாரிக்கும் முறைகளைப் பற்றி அறிந்தோம். திட்டமான வடிவத்தையும் ஒழுங்கான பக்கங்களையும், பளபளப்பான பரப்புகளையும் இயற்கையாகப் பெற்றுள்ள பொருள்களே **படிகங்கள்** (crystals) ஆகும். சாதாரண உப்பு, மயில்துத்தம், படிகாரம் முதலியவை படிக வகைப் பொருள்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.



படம் 5. சில படிகங்கள்
1. சாதாரண உப்பு, 2. படிகாரம் 3. மக்னீசயம் சல்பேட்டு.

படிகமாகக் கூடிய ஒரு பொருளின் பூரிதக்கரைசல் தயாரித்து, தூசியும் அதிகக் காற்றோட்டமும் இல்லாத இடத்தில் அக்கரைசலை வைத்தால், அதிலிருந்து நீர் ஆவியாக ஆவியாகப் பாத்திரத்தின் அடியில் ஒழுங்கான படிகங்கள் உண்டாகும். இவைகளில் மிக ஒழுங்காக இருக்கும் படிக மொன்றை எடுத்து, ஒரு நூலில் கட்டி, அதே படிகப் பொருளின் பூரிதக் கரைசலினுள் அது தொங்கிக் கொண்டிருக்கும் படி சில நாட்கள் வைத்திருந்தால் அந்தப் படிகம் பெரிதாக வளர்ந்து விடும். ஒரு உப்பின் பூரிதக் கரைசலை ஆவியாகச் செய்தால், கரைசலின் அடியில் அதன் படிகம் உண்டாகும் என்ற தத்துவத்தைக் கொண்டு, இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நீரில் கரையும் உப்புக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருந்தால், அவைகளைத் தனித்தனியே பிரித்து விடலாம்.



படம் 6.
படிகம் வளர்தல்

படிகமாக்கிப் பகுத்தல் (fractional crystallisation): பொதுவாகக் கரை பொருள்களின் ‘நீரில் கரையும் திறன்’

வித்தியாசப்படும். ஆகவே, இரண்டு கரைபொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து விட்டால், அவைகளின் கரைதிறன்களில் உள்ள வித்தியாசத்தைக் கொண்டு, அவைகளைத் தனித்தனியே பிரிக்க வழி உண்டு. அக்கலவையைப் போதுமான அளவு நீரில் கரைத்து, காய்ச்சிப் பூரிதமாக்கி, பின்னர் அதை மெதுவாக ஆவியாகச் செய்தால், அக்கலவையில் எந்த உப்பின் கரைதிறன் குறைவோ அது முதலில் படிகமாக வெளிவரும். அப்படிகங்கள் உண்டாகும்போதே அவைகளை ஒரு கரண்டியினுல் எடுத்து நீக்கிவிடலாம். இவை நீக்கப்பட்ட பின்னர்தான் மற்ருெரு உப்பின் (கரைதிறன் அதிகமாயுள்ளது) படிகங்கள் கரைசலிலிருந்து வெளிவரும். இவ்விதம் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட கரைபொருள்கள் ஒரு கலவையில் கலந்திருந்தாலும், அக்கலவையை நீரில் கரைத்து, பின் அதனின்று படிப்படியாகப் படிகமாக்குதல் முறைப்படி அதிலடங்கிய பகுதிகளைத் தனித்தனிப் படிகங்களாக அடையலாம். இம்முறைப்படி கலவையிலுள்ள பகுதிகளைப் பிரிப்பதைத்தான் **படிகமாக்கிப் பகுத்தல்** என்பர்.

சாதாரண உப்பும், வெடியுப்பும் கலந்த கலவையிலிருந்து அதிலுள்ள இரண்டு உப்புக்களையும் தனித்தனியே அடைய, படிகமாக்கிப் பகுத்தல் முறையைக் கையாளலாம். இக்கலவையை நீரில் பூரிதமாகக் கரைத்துப் படிகமாகச் செய்தால் முதலில் கரைதிறன் குறைவாயுள்ள சாதாரண உப்பு படிகங்களாக வரும். பின்னர்தான் கரைசலிலிருந்து வெடி உப்பு படிகங்களாக வெளிவரும். இக்கலவைக்குப் பதிலாக, சாதாரண உப்பும் பொட்டாசியம் குளோரேட்டும் கலந்த கலவையை எடுத்துக் கொண்டு படிகமாக்கிப் பகுத்தால், அப்பொழுது கரைதிறன் குறைவாயுள்ள பொட்டாசியம் குளோரேட்டு முதலில் படிகமாய் வெளிவரும்; பிறகு சாதாரண உப்பு வெளிவரும்.

பதங்கமாதல் (sublimation): சில பொருள்களை நீரில் அல்லது திரவத்தில் கரைத்துப் படிகமாக்காமல், வேறு முறையிலும் படிகமாக்குவதுண்டு. அயொடின், நவச்சாரம், கற்பூரம், நாப்தலீன் போன்ற பொருள்களைக் காய்ச்சினுல், அவை திரவ

மாக இளகாமல் நேராக ஆவிரூபத்தை அடையும். அந்த ஆவியைக் குளிரவைத்தால் அது நேராகத் திடப்பொருளாகப் படிக வடிவத்தில் உறையும். இவ்விதம் ஒரு பொருள் திட ரூபத்திலிருந்து நேராக ஆவிரூபத்தை அடைந்து, அந்த ஆவி மீண்டும் குளிர்ந்து திடப் பொருளாக உறைவதைப் பதங்கமாதல் என்பர். தாமிரம் அல்லது பித்தளைப் பாத்திரங்களுக்கு ஈயம் பூசுகிறவர்கள் நவச்சாரத்தைப் பதங்கமாக்கிச் சுத்தப்படுத்துவதை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். பதங்கமாகக்கூடிய பொருள்கள் வேறு பொருள்களுடன் கலந்து இருந்தால் அவைகளைச் சுலபமாகப் பிரித்துவிடலாம். உதாரணமாகச் சாதாரண உப்பும், நவச்சாரமும் சேர்ந்த கலவையை ஒரு குழாயில் வைத்துக் காய்ச்சினுல், குழாயின் அடியில் சாதாரண உப்பு தங்கிவிடும். குழாயின் மேல்பாகத்தில் நவச்சாரம் பதங்கமாகிப் படிந்திருக்கும்.

கேள்விகள்

1. காற்றில் தூற்றுதல், சலித்தல், காந்தத்தால் பிரித்தல், நீரில் அலசிக் கழுவுதல் இம்முறைப்படி கலவைகளைப் பிரிப்பதைக் காட்ட, வகைக்கு ஓர் உதாரணம் தருக.

2. பின்வரும் கலவைகளைப் பிரிக்க நீ கையாளும் முறையின் பெயரைக் கூறுக.

(1) தேங்காய் எண்ணெய்+தண்ணீர். (2) உப்பு+மரத்தூள். (3) அயோடின்+மணல். (4) வெடியுப்பு+சாதாரண உப்பு. (5) ஆல்கஹால்+தண்ணீர். (6) இரும்புத்தூள்+கந்தகம்.

3. வெடிமருந்தில் என்னென்ன பொருள்கள் அடங்கி இருக்கின்றன? அவைகளைத் தனித்தனியே எப்படிப் பிரிப்பாய்?

4. வடித்துப் பகுத்தல், படிகமாக்கிப் பகுத்தல், பதங்கமாதல்—இப் பதங்களை விளக்குக.

5. வடித்துப் பகுத்தலுக்கு உபயோகமாகும் உபகரணத்தின் அமைப்பைக் காட்டும் படம் ஒன்று வரைக. இம்முறையில் அடங்கிய அடிப்படையான தத்துவம் என்ன?

6. மழைகாலத்தில் மண் குழம்பிவரும் ஆற்று நீரைத் தெளிவாக அடைய இருமுறைகள் கூறுக. இம்முறைகளில் எது சிறந்தது?

7. நீரைத் தவிர, பொருள்களைக் கரைக்க உதவும் கரைப்பான்கள் இரண்டு கூறுக. அவை ஒவ்வொன்றிலும் கரையும் பொருள்கள் இரண்டு கூறுக.

8. வகைக்கு இரண்டு உதாரணங்கள் தருக:

(1) நீரில் கரையாத பொருள் (2) படிக வடிவப் பொருள் (3) படிக வடிவமற்ற பொருள் (4) பதங்கமாகும் பொருள் (5) காந்தத்தால் கவர்ச்சி செய்யப்படும் பொருள்.

9. காய்ச்சி வடித்தல் முறையும், வடித்துப் பகுத்தல் முறையும் தொழில் உலகில் உபயோகமாவதை விளக்க வகைக்கு ஓர் உதாரணம் தருக.

செய்முறைப் பயிற்சிகள்

பின்வரும் கலவைகளைத் தயாரித்துக்கொண்டு, அவற்றைப் பிரித்துப் பார்: (1) மணல்+உப்பு (2) கந்தகம்+இரும்புத்தூள் (3) அமோனியம் குளோரைடு+சாதாரண உப்பு.

2. ஜடப் பொருள்களின் வகைகளும் அவை அடையும் மாற்றங்களும்

(மூலகங்களும், கூட்டுப் பொருள்களும்; உலோகங்கள், அலோகங்கள். பௌதிக, ரசாயன மாற்றங்கள்—ரசாயன மாற்றங்களின் வகைகள்.)

தண்ணீரில் மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தினால், அதனின்று ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் பிரிகின்றன என்று நான்காம் படிவப் பாடப் புத்தகத்தில் படித்தோம். ஆகவே, நீர் தனிப் பொருளல்ல. அதனுள் ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் ஆகிய இரு வாயுக்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. தண்ணீருக்குப் பதிலாக, இரும்பையோ, கந்தகத்தையோ எடுத்து அவைகளைக் காய்ச்சியோ, அல்லது மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தியோ, அல்லது வேறுவித முயற்சிகளாலோ, அவைகளைப் பிரித்து வேறு புதிய பொருள்களை நாம் பெற முடியுமா? முடியாது.

நம்மைச் சுற்றி இருக்கும் ஜடப் பொருள்கள் பலவகைப்படும். அவைகளில் சிலவற்றைப் பிரித்து வேறு புதிய பொருள்களை உண்டாக்க முடியாது. இவ்விதம் வேறு எளிய புதிய பொருள்களாகப் பிரிக்க முடியாத ஜடப்பொருள்களை **மூலகங்கள்** (elements) என்பர். இரும்பு, கந்தகம், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் இவை மூலகங்களுக்கு உதாரணங்கள் ஆகும். சில ஜடப்பொருள்களை நாம் முயற்சி செய்து வேறு புதிய எளிய

பொருள்களாகப் பிரிந்து போகும்படி செய்யலாம். இத்தன்மை வாய்ந்த பொருள்களைக் **கூட்டுப்பொருள்கள்** (compounds) என்பர். கண்ணுடி, மரம், நீர், ஆல்கஹால், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இவை கூட்டுப் பொருள்களுக்கு உதாரணங்களாகும். கூட்டுப் பொருள்களில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மூலகங்கள் சேர்ந்திருக்கும். இந்த மூலகங்களை நாம் சாதாரண முறைகளில் அக்கூட்டுப் பொருளிலிருந்து பிரித்துவிட முடியாது.

சில சமயங்களில் இரண்டு மூலகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருக்கலாம்; அல்லது இரண்டு கூட்டுப்பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருக்கலாம்; இரண்டுக்கு மேற்பட்ட மூலகங்களும் கூட்டுப் பொருள்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்திருக்கலாம். ஒரு கலவையில் உருத் தெரியும்படியோ அல்லது பகுதிகளைத் தனித்தனியாகச் சுலபமான முறைகளில் பிரிக்கும்படியோ, பல பொருள்கள் கூடி இருந்தால் அவைகளைக் கலவைகள் அல்லது **கலவைப் பொருள்கள்** (mixtures) என்பர். அவைகளில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்கள் காணப்படுகின்றன என்பதால், அவைகளை நாம் கூட்டுப் பொருள்கள் என்று கருதக்கூடாது.

இரும்புத் தூளும் கந்தகத் தூளும் சேர்ந்த கலவை ஒன்றையும், இரும்பும் கந்தகமும் சேர்ந்து உண்டாகிய அயசல்பைடு என்ற கூட்டுப்பொருளையும் எடுத்துக்கொண்டு, அவைகளைச் சில சோதனைகளுக்கு உட்படுத்துவோம்.

1. இரும்புத்தூள் கந்தகத்தூள் சேர்ந்த கலவையின் அருகே ஒரு காந்தக் கட்டையைக் கொண்டுவா. இரும்புத்தூள் காந்தத்தில் ஒட்டிக்கொள்கிறது. கந்தகம் தனித்து நிற்கிறது.

2. அக்கலவையில் சிறிதளவு எடுத்து, ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் போட்டுச் சில துளிகள் கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தைச் சேர். கந்தகம் மட்டும் அத்திரவத்தில் கரைகிறது; இரும்பு தனித்து நிற்கிறது.

3. அக்கலவையை ஒரு குவிலென்சின் கீழே வைத்துப் பார். அப்பொழுது கலவையில் கந்தகத்தூளும், இரும்புத் தூளும் தனித்தனியாகத் தம் இயற்கையான நிறங்களுடன்

காணப்படுகின்றன. தவிரவும், கலவையின் ஒரு பக்கத்தில் இரும்புத்தூள்கள் அதிகமாகவும், மற்றொரு பக்கத்தில் குறைவாகவும் காணப்படுகின்றன.

4. கலவையில் ஒரு துளியை ஒரு குச்சியின் முனையில் எடுத்து, எரியும் விளக்கின் சுடரில் வைத்தால், கலவையிலுள்ள கந்தகம் நீலநிறச் சுவாலையுடன் தீப்பற்றி எரிகிறது.

இதே சோதனைகளை வரிசையாக 'இரும்பு சல்பைடு' என்ற கூட்டுப் பொருளை உபயோகித்துச் செய்துபார். அது காந்தத்தால் கிரகிக்கப்படவில்லை; அது கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையவில்லை. அதைக் குவிலென்சின் கீழ் வைத்துப் பார்க்கும் பொழுது இரண்டுவித இம்மிகள் காணப்படாமல், எல்லா இம்மிகளும் ஒரேவிதமாகக் காணப்படுகின்றன. அதைச் சிறிதளவு எடுத்து ஒரு விளக்கின் சுடரில் வைத்தால், அது தீப்பற்றி எரியவில்லை.

ஆகவே நாம் மேலே செய்த சோதனைகளில் கவனித்த விஷயங்களைக் கொண்டு, கலவைப் பொருள்களுக்கும் கூட்டுப் பொருள்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம் :

கலவைப்பொருள்	கூட்டுப்பொருள்
1. இதிலடங்கிய பகுதிகளின் தூள்கள் பல வடிவ முள்ளவை.	1. இதிலடங்கிய தூள்கள் ஒரே வடிவமுள்ளவை.
2. சுலபமான முறைகளில் இதில் அடங்கிய பகுதிகளைத் தனித் தனியே பிரித்துவிடலாம்.	2. இதிலடங்கிய பகுதிகளைச் சாதாரண முறைகளில் பிரிக்க முடியாது.
3. பகுதிகளை எந்த விகிதத்தில் வேண்டுமானாலும் கலக்கலாம்.	3. பகுதிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கூடியிருக்கும்.
4. இதிலடங்கிய பகுதிகளின் தனித்தனி குணங்கள், இப்பொருளிலும் காணப்படும்.	4. இதன் குணங்கள் இதிலடங்கிய பகுதிகளின் குணங்களுக்கு மாறுபட்டிருக்கும்.
5. கலவையின் பகுதிகளை கலக்கும்பொழுது உஷ்ணம், ஒளி, ஒலி இவை உண்டாவதில்லை.	5. கூட்டுப்பொருள் உண்டாகும் சமயத்தில் உஷ்ணம், ஒளி, ஒலி இவை உண்டாகும்.

இதுவரையிலும் விஞ்ஞானிகள் 92 மூலகங்களைக் கண்டு பிடித்துத் தனியாகப் பிரித்திருக்கின்றனர். இந்த மூலகங்களை அவைகளுக்கிடையில் காணப்படும் சில வேற்றுமைகளைக் கொண்டு, **உலோகங்கள்** என்றும், **அலோகங்கள்** என்றும் இரு முக்கிய வகைகளாகப் பிரித்திருக்கின்றனர். உலோகங்களுக்கும், அலோகங்களுக்குமுள்ள வேற்றுமைகளைக் கீழே உள்ள அட்டவணையில் காண்க:

உலோகம்	அலோகம்
1. உலோகங்களுக்குப் பளபளப்பு உண்டு.	1. அலோகங்களுக்குப் பளபளப்பு இல்லை.
2. திடத்தன்மை, உறுதி, அடர்த்தி, உருகுநிலை இவை அதிகம்.	2. இவைகளுக்குக் குறைவு.
3. இவைகளைக் கம்பியாக நீட்டலாம்; தகடுகளாகச் செய்யலாம்.	3. இவைகளை அப்படிச் செய்ய முடியாது.
4. இவை வெப்பம், மின்சாரம் இவற்றை எளிதில் கடத்தும்.	4. இவை அரிதில் கடத்திகள்.
5. இவை எலெக்டிரோ பாசிட்டிவ்கள்.	5. இவை எலெக்டிரோ நெகட்டிவ்கள்.
6. இவை பாதரசத்துடன் ரசக்கலவை செய்யும்.	6. இவை ரசக்கலவை செய்யா.
7. இவை அமிலங்களில் கரைந்து ஹைடிரஜனைக் கொடுக்கும்.	7. இவை அமிலங்களுடன் சேர்ந்து ஹைடிரஜனைக்கொடுக்கமாட்டா.

நாம் மேலே குறித்துள்ள அட்டவணையில் குறிக்கப்பட்டுள்ள குணங்கள் அனைத்தும் ஒவ்வோர் உலோகத்திற்கோ அல்லது அலோகத்திற்கோ இருக்கவேண்டும் என்பது இல்லை. ஒரு மூலகத்தின் பெரும்பாலான குணங்கள் உலோகத்தினதைச் சார்ந்திருந்தால் அதை ஓர் உலோகம் என்றும், இல்லாவிட்டால் அதை ஓர் அலோகம் என்றும் கருதவேண்டும். சில தனிப்பட்ட குணங்களை மட்டும் கவனித்தால் சில உலோகங்கள் அலோகங்களைப் போலும், சில அலோகங்கள் உலோகங்களைப் போலும் காணப்படும். உதாரணமாக, சோடிய உலோகமும் பொட்

டாசிய உலோகமும் நீரில் மிதக்கின்றன; கத்தியால் வெட்டக் கூடியவாறு மிருதுவாய் இருக்கின்றன. வைரம் (கார்பன்) ஓர் அலோகமாய் இருந்தும், மிகக் கடினமாயும் அதிகப் பளபளப்பு உள்ளதாயும் இருக்கிறது. கிராபைட்டு என்ற கார்பன், இயற் கையாகப் பளபளப்பு உள்ளதாயும் மின்கடத்தியாகவும் இருக் கிறது. சோடியம், இரும்பு, பிளாட்டினம், மகனீசயம், நீலாஞ் சனம் இவை உலோகங்களுக்கு உதாரணம் ஆகும். ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன், குளோரின், கந்தகம், பாஸ்வரம், அயொடின் இவை அலோகங்களுக்கு உதாரணம் ஆகும். உலோகங்களில் பாதரச மும், அலோகங்களில் புரோமினும் திரவ நிலையில் இருப்பவை ஆகும். இவைகளைத் தவிர திரவ நிலையில் இருக்கும் மூலகங் கள் இல்லை.

ஜடப்பொருள்களில் ஏற்படும் இருவித மாற்றங்கள் : நாம் சில சோதனைகளைச் செய்து பொருள்களில் ஏற்படும் மாற்றங் களைப் பற்றி அறிந்துகொள்வோம்.

1. ஓர் இரும்புக் கம்பியின் ஒரு முனையை எரியும் ஸ்பிரிட்டு விளக்கில் சிறிதுநேரம் பிடி. கம்பிப் பழுக்கக் காய்ந்து சிவப்பு நிறமாகிறது. பிறகு கம்பியை வெளியே எடுத்தால், சில நொடிகளுக்கெல்லாம் அந்த முனை குளிர்ந்து பழைய நிலை மையை அடைகிறது.

2. ஓர் இரும்புச் சட்டத்தின் பக்கத்தில் ஒரு காந்தத்தைக் கொண்டுவா. இரும்புச் சட்டத்தின்கீழ் கொஞ்சம் இரும்புத் தூள்களை வை. இரும்புத் தூள்கள், இரும்புச் சட்டத்தால் கவரப்பட்டு அதில் ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இப்பொழுது காந் தத்தை இரும்புச் சட்டத்தினிடமிருந்து அப்புறம் கொண்டுபோ. உடனே இரும்புத் தூள்கள் இரும்புச் சட்டத்திலிருந்து நழுவி, கீழே விழுகின்றன.

3. கொஞ்சம் மெழுகை ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் வைத்து, அதை ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்கில் காய்ச்சு. மெழுகு உருகுகிறது. பின்னர், குழாயை விளக்கிலிருந்து எடுத்துக் குளிரவிடு; சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் மெழுகு மீண்டும் குழாயி னுள் இறுகி உறைந்துவிடுகிறது.

இங்கே விவரிக்கப்பட்ட சோதனைகளில் பொருள்கள் தற்காலிகமாகச் சில மாறுதல்களை அடைவதையும், மாறுதலுக்குக் காரணமான கர்த்தா நீக்கப்படும்பொழுது, பொருள்கள் பழைய நிலையை அடைவதையும் அறிகிறோம். இந்த மாறுதல்களைப் **பௌதிக மாற்றம்** (physical change) என்பர். தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக உறைதல், நீர் ஆவியாதல், ரப்பர் நாடா நீளுதல், கரையும் பொருள்கள் நீரிலோ அல்லது திரவங்களிலோ கரைதல், நவச்சாரம் பதங்கமாதல் இவை பௌதிக மாறுதல்களுக்கு உதாரணங்கள் ஆகும்.

நாம் இனி மற்றொரு வகை மாறுதலைப்பற்றி அறியச் சில சோதனைகள் செய்வோம் :

1. ஒரு சிறிய துண்டு துத்தநாக உலோகத்தைச் சோதனைக் குழாயில் உள்ள நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் போடுவோம். துத்தநாகம் நுரைத்தெழுவதுடன் அமிலத்தில் கரைந்து மறைகிறது. அப்பொழுது ஒரு வாயு வெளியாகின்றது. அதனிடம் எரியும் குச்சியைக் கொண்டுபோனால், வாயு ஒருவிதச் சத்தத்துடன் குச்சியை அணைத்து விட்டுத் தான் குழாயின் வாயில் பற்றி எரிகிறது. அந்த வாயு ஹைடிரஜன் ஆகும். இப்பொழுது சோதனைக் குழாயிலுள்ள கரைசலைச் சுண்டக் காய்ச்சினால், ஒரு வெண்ணிறமான உப்பை அடைகிறோம். ஆகவே, துத்தநாக உலோகம் ஓர் உப்பாக மாறிவிட்டது.

2. சிறிதளவு பொட்டாசியம் குளோரேட்டு என்ற உப்பை ஒரு சோதனைக் குழாயில் காய்ச்சு. அந்த உப்பு உருகித் திரவமாகிறது. சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் அது கொதித்துக் கொண்டே ஒரு நிறமற்ற வாயுவை வெளிவிடுகிறது. அந்த வாயுவினுள் ஒரு கொள்ளிக் குச்சியைக் கொண்டுபோனால், குச்சி தீப்பற்றிக்கொண்டு எரிகிறது. வெளிவரும் வாயு ஆக்ஸிஜன் ஆகும்.

3. சிறிதளவு செவ்வீய ஆக்ஸைடை (red lead) ஒரு சோதனைக் குழாயில் வைத்துக் காய்ச்சு. சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் அது மஞ்சள் நிறமான காரீய ஆக்ஸைடாக மாறுகிறது; குழாயிலிருந்து ஒரு வாயு வெளியாகிறது; அது கொள்ளிக் குச்சியைத் தீப்பற்ற வைக்கிறது.

4. ஒரு மகனீசய உலோக நாடாவை ஸ்பிரிட்டு விளக்கின் சுடரில் பிடி. அது கண்ணைக் கூசும்படியான பிரகாசத்துடன் எரிந்து வெண்மை நிறமான பொடியாகிறது. அதன் எடை நாம் எடுத்துக்கொண்ட நாடாவின் எடையைவிட அதிகமிருக்கும் என்பதை நாம் நான்காம் படிவத்தில் படித்தோம்.

இச்சோதனைகளிலிருந்து சில பொருள்கள் நிரந்தரமாகச் சில மாற்றங்களை அடைகின்றன வென்றும், சாதாரண வழிகளில் அப் பொருள்களைத் திரும்பவும் அடைய முடியாதென்றும் அறிகிறோம். இவ்வித மாற்றங்களை **ரசாயன மாற்றங்கள்** (chemical changes) என்கிறோம். பொருள்கள் எரிதல், உலோகங்கள் அமிலங்களில் கரைதல், சர்க்கரை வெடிஉப்பு போன்ற பொருள்களைக் காய்ச்சுதல் இவை ரசாயன மாற்றங்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.

நாம் இப்பொழுது சில பௌதிக மாற்றங்களைக் காட்டும் சோதனைகளையும், சில ரசாயன மாற்றங்களைக் காட்டும் சோதனைகளையும் அறிந்தோம். பௌதிக மாற்றங்களுக்கும், ரசாயன மாற்றங்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைப் பின்வரும் அட்டவணை விளக்கும் :

பௌதிக மாற்றம்	ரசாயன மாற்றம்
1. மாறுதல் தாற்காலிகமானது.	1. மாறுதல் நிரந்தரமானது.
2. பழைய பொருள்களைத் திரும்பவும் எளிய வழிகளில் அடையலாம்.	2. பழைய பொருள்களைத் திரும்பவும் எளியவழிகளில் அடைய முடியாது.
3. மாறுதலின்பொழுது உஷ்ணம், ஒளி, ஒலி இவை உண்டாவதில்லை.	3. மாறுதலின் பொழுது உஷ்ணம், ஒளி, ஒலி உண்டாகும்.
4. பொருளின் அமைப்பிலோ, எடையிலோ மாறுதல் இல்லை.	4. அமைப்பில் மாறுதல் உண்டு.

ரசாயன மாற்றங்களின் வகைகள்: ரசாயன மாற்றங்

களில் சிலவகை உண்டு. அவைகளைப்பற்றி இனித் தெரிந்து கொள்வோம்.

1. **ரசாயனக் கூடுகை** (chemical combination): மகனீசய நாடாவைக் காற்றில் எரித்தால், அது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து மகனீசயம் ஆக்ஸைடாக மாறும். சுட்ட சுண்ணும்பின்மேல் நீர் சேர்த்தால், அது நீரைக் கிரகித்துக் கொண்டு நீற்றின சுண்ணும்பாக மாறும். இவ்விதம் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்கள் கூடி, ஒரு புதிய பொருள் உண்டாவதை **ரசாயனக் கூடுகை** என்பர்.

உதாரணம் :

1. மகனீசயம் + ஆக்ஸிஜன் → மகனீசயம் ஆக்ஸைடு.
2. சுட்டசுண்ணும்பு + நீர் → நீற்றுச் சுண்ணும்பு.
3. தாமிரம் + கந்தகம் → தாமிர சல்பைடு.

2. **ரசாயனச் சிதைவு** (chemical decomposition): இம்மாற்றம் ரசாயனக் கூடுகைக்கு நேர்மாறுனது. இங்கு ஒரு பொருள், பல புதிய பொருள்களாகச் சிதைந்து போகிறது. தண்ணீர், மின்ஓட்டத்தால் ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் எனப் பிரிந்துபோகும். சிவப்புப் பாதரச ஆக்ஸைடைக் காய்ச்சினுல் அது சிதைந்து ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடும். இந்தப் பொருளைக் காய்ச்சும் குழாயின் குளிர்ந்த பாகத்தில் பாதரசம், வெள்ளி போன்று படிந்திருக்கும். இந்தக கிரியைகளைப் பின்வரும் சாம் யங்களால் குறிப்போம் :

1. தண்ணீர் → ஹைடிரஜன் + ஆக்ஸிஜன்.
2. பாதரச ஆக்ஸைடு → பாதரசம் + ஆக்ஸிஜன்.

3. **இரட்டைச் சிதைவு** (double decomposition): இங்கு இரண்டு பொருள்கள் ரசாயனக் கிரியையில் ஈடுபடு கின்றன. முதலில் பொருள்கள் தம் பகுதிகளாகச் சிதைவு அடைந்து, பின்னர் அப்பகுதிகள் மீண்டும் வேறு வழியில் சேர்ந்து இரண்டு புதிய பொருள்களைக் கொடுக்கின்றன. இங்கு ஏற்படும் ரசாயனக் கிரியைகளைப் பின்வரும் உதாரணங்களி லிருந்து அறியலாம் :

1. ஈய நைட்டிரேட்டு + பொட்டாசியம் அயொடைடு → ஈய அயொடைடு ↓ + பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு

2. வெள்ளி நைட்டிரேட்டு + சோடியம் குளோரைடு → வெள்ளி குளோரைடு ↓ + சோடியம் நைட்டிரேட்டு

குறிப்பு: இச்சோதனைகளில் சில சமயம் நீரில் கரையாத ஒரு பொருள் உண்டாகி, அது சோதனைக் குழாயின் அடியில் தனது குறிப்பிட்ட நிறத்துடன் கீழே படியும். கீழே படியும் கரையாத பொருளை **வீழ் படிவு** என்பர். (↓) இந்தக் குறி ஒரு பொருள் வீழ்படிவு என்பதைக் குறிக்கும்.

4. **இடப்பெயர்ச்சி** (displacement): ஒரு ரசாயன மாற்றத்தின்போது ஒரு மூலகம் மற்ரொரு மூலகத்தைச் சேர்க்கையிலிருந்து இடம் பெயரச் செய்யலாம்.

உதாரணம்:

1. தாமிர சல்பேட்டு (கரைசல்) + துத்தநாகம் → துத்தநாக சல்பேட்டு + தாமிரம் ↓

2. வெள்ளி நைட்டிரேட்டு (கரைசல்) + தாமிரம் → தாமிர நைட்டிரேட்டு + வெள்ளி ↓

3. நீர்த்த கந்தக அமிலம் (ஹைடிரஜன் சல்பேட்டு) + துத்தநாகம் → துத்தநாக சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன் வாயு ↑

5. **கிரியா ஊக்கம்** (catalysis): சில ரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்படும்பொழுது, மாற்றம் விரைவில் ஏற்படுவதற்காக வேறு சில பொருள்கள் ரசாயனக் கிரியையைத் தூண்ட உபயோகப் படுத்தப்படும். இவ்வித மாற்றங்களை **கிரியா ஊக்கம்** என்றும்,

மாற்றத்தைத் தூண்டுவதற்கு உபயோகிக்கப்படும் பொருளைக் **கிரியா ஊக்கி** (catalyst) என்றும் அழைப்பர். இரும்பு காற்றில் துருப்பிடிக்கும்பொழுது, ஈரம் (நீர்), கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்கிறது. சோதனைச்சாலையில் பொட்டாசியம் குளோரேட்டைக் காய்ச்சி ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கப்படும்பொழுது அதனுடன் அதன் எடையில் சுமார் $\frac{1}{4}$ பங்கு மங்கனீசு-டை-யாக்ஸைடு என்ற கருநிறமான பொருள் கிரியா ஊக்கியாகச் சேர்க்கப்படுகிறது. கிரியா ஊக்கிகள் முடிவாகத் தாம் ரசாயன மாற்றம் அடையா; ஆனால் தம்மைச் சுற்றியிருக்கும் பொருளை ரசாயன மாற்றம் அடையத் தூண்டும்.

கேள்விகள்

1. இலக்கணம் கூறி, வகைக்கு இரண்டு உதாரணங்கள் கொடுக்கவும். (1) மூலகம் (2) கூட்டுப் பொருள்.

2. வித்தியாசம் கூறுக:
   (1) கூட்டுப்பொருள்; கலவைப் பொருள்.
   (2) உலோகம்; அலோகம்.
   (3) பௌதிக மாற்றம்; ரசாயன மாற்றம்.

3. தண்ணீர் ஒரு சேர்க்கைப் பொருளா அல்லது கலப்புப் பொருளா? உன் விடைக்குத் தகுந்த காரணங்கள் தருக.

4. திரவரூபத்திலிருக்கும் (1) உலோகம் (2) அலோகம் இவற்றிற்கு உதாரணம் தருக.

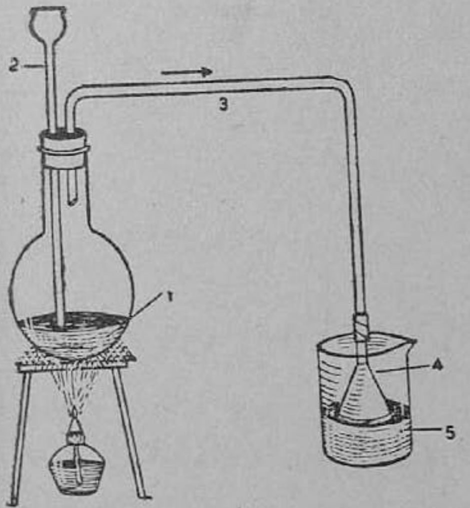
5. ரசாயன மாற்றங்களின் பலவகைகளைக் கூறி, ஒவ்வொன்றுக்கும் இரண்டு உதாரணங்கள் தருக.

6. கந்தகம், மெழுகு இவை ஒவ்வொன்றும் அடையக்கூடிய பௌதிக மாற்றம் ஒன்றும், ரசாயன மாற்றம் ஒன்றும் விவரிக்க.

3. மூன்று முக்கிய அமிலங்கள்

(ஹைடிரோ குளோரிக, நைட்டிரிக, கந்தக அமிலங்கள். சோதனைச் சாலையில் அவற்றைத் தயாரித்தல். குணங்களும் உபயோகங்களும்.)

சோதனைச் சாலையில் நாம் மூன்று முக்கிய அமிலங்களை உபயோகிக்கிறோம். அவை (1) ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் (2) கந்தக அமிலம் (3) நைட்டிரிக அமிலம் எனப்படும். பூமியில் கிடைக்கும் உப்புக்கள் அல்லது தாதுப் பொருள்களிலிருந்து இவை தயாரிக்கப்படுவதால் இவைகளைக் **தாது அமிலங்கள்** (mineral acids) என்றும் அழைப்பதுண்டு. நம் வீடுகளில் நாம் உபயோகிக்கும் எலுமிச்சை, நார்த்தை ஆகிய பழங்களில் இருக்கும் **அங்கக அமிலங்களை** (organic acids) விட இவை வீரியம் மிகுந்தவை. இங்கு நாம் மூன்று முக்கியத் தாது அமிலங்களைத் தயாரிக்கும் விதங்களையும், அவைகளின் முக்கிய குணங்களைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்வோம்.



படம் 7. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் தயாரித்தல்

1. சோடியம் குளோரைடு + அடர் கந்தக அமிலம் 2. புனல் 3. போக்கு குழாய் 4. புனல் 5. நீர்

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் (hydrochloric acid): இந்த அமிலம் கடலுப்பிலிருந்து தயாரிக்கப் படுவதால், இதை **உப்புத்திராவகம்** (muriatic acid or spirit of salt) என்றும் சொல்வதுண்டு.

தயாரிக்கும் விதம்: ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையினுள் சிறிதளவு சாதாரண உப்பை (சோடியம் குளோரைடு) எடுத்துக்கொள். குடுவையின் வாயை இருதுவாரமுள்ள ரப்பர் கார்க்கினால் மூடு. ஒரு துவாரத்தின் வழியாய் ஒரு நீண்ட காம்புடைய புனலை அதன் நுனி உப்பைத் தொடுமாறு

செருகு. மற்ருெரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு போக்குக் குழாயை இணை. போக்குக் குழாயின் வெளி முனை ஒரு வாயு ஜாடியினுள் செலுத்தப் பட்டிருக்க வேண்டும். கண்ணுடிக் குடுவையை ஓர் இரும்புப் தாங்கியில் பிடி. குடுவைக்குக் கீழ் அது தாங்கப்படும் இடத்திற்கு மேல் ஒரு கம்பி வலையை வை. இவ்விதம் உபகாரணத்தை அமைத்துக் கொண்டு, புனலின் வழியாக அடர் கந்தக அமிலத்தைக் குடுவையினுள் இருக்கும் உப்பு மூடும்வரையில் ஊற்றி, குடுவையை உஷ்ணப்படுத்து.

இப்பொழுது குடுவையிலுள்ள அமிலம் உப்பைத் தொடும் இடத்தில் நுரைத்து, ஒரு நிறமற்ற வாயு உண்டாகிறது. இந்த வாயுவுக்கு **ஹைடிரஜன் குளோரைடு** (hydrogen chloride) என்று பெயர். அது போக்குக் குழாயின் வழியே வெளியேறி, வாயு ஜாடியில் உள்ள காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி செய்து கொண்டு, அங்கு நிரம்புகிறது. இம் மாதிரி நான்கு அல்லது ஐந்து வாயு ஜாடிகளிலும், ஒரு கண்ணுடிக் குடுவையினுள்ளும் இந்த வாயுவைப் பிடித்து வைத்துக்கொள்.

படம் 8. ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஊற்று
1. நீர்த் தொட்டி
2. கூர் நுனிக் குழாய்
3. உருண்டையான குடுவை

ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் அதிக அளவு கரைவதை நிரூபித்தல்: ஒரு கண்ணுடிக் குடுவையினுள் இந்த வாயுவை நிரப்பிக் கொண்டோமல்லவா? அந்தக் குடுவையின் வாயை ஒரு துவாரமுள்ள ரப்பர் கார்க்கினுல் மூடி, கார்க்கிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாய் ஒரு கூர் முனைக் குழாயை அதன் கூர் முனை குடுவைக்குள் இருக்குமாறு செருகு. ஒரு கண்ணுடி பீக்கரில் நீல லிட்மஸ் கரைந்த நீரை எடுத்து, அதை ஓர் இரும்புத் தாங்கியின் வளையத்தின் கீழ் வை. கண்ணுடிக்

குடுவையைத் தலை கீழாக வளையத்தில் கவிழ்த்து வை. இப்பொழுது குடுவையிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் கூர் முனைக் குழாயின் கீழ்முனையானது நீல லிட்மஸ் கரைசலுக்குள் மூழ்கியபடி இருக்கவேண்டும். சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் நீல லிட்மஸ் கரைசல் கூர்முனைக் குழாயில் ஏறி, கூர்முனையை அடைந்து, அங்கிருந்து குடுவையினுள் விசையுடன் நீர் ஊற்றுப்போல் (fountain) பாய்கிறது. அதேசமயம் நீல லிட்மஸ் கரைசல், சிவப்பு நிறமாக மாறுவதும் பார்ப்பதற்குக் கவர்ச்சிகரமாக இருக்கும். இச் சோதனையிலிருந்து இந்த வாயு நீரில் மிக்க அதிக அளவு கரைகிறது என்று அறிகிறோம்.

ஆகவே, இந்த வாயுவை நீரில் கரைக்கும்பொழுது போக்குக் குழாயின் முனையை நேராக நீரினுள் செலுத்தக்கூடாது. அப்படிச் செய்தால், நீரானது போக்குக் குழாயின் வழியாக வெகு வேகமாகக் குடுவையினுள் உறிஞ்சப்பட்டு, குடுவை உடைந்து போகலாம். இந்த விபத்து ஏற்படாமல் தடுக்க, போக்குக் குழாயின் முனையில் ஒரு கண்ணாடிப்புனலை, 7-ம் படத்தில் காட்டியதுபோல் இணைத்து, அந்தப் புனலின் அகன்ற பாகம் நீருள்ள பாத்திரத்தில், நீர் மட்டத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்யவேண்டும். இப்படிச் செய்தால் வாயு நீரில் கரைந்து, நீரை ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாக மாற்றும்.

இந்த அமிலம் தயாரிக்கப் படும்பொழுது சோடியம் குளோரைடு, அடர் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்ந்து இரட்டைச் சிதைவு ஏற்பட்டுச் சோடியம் சல்பேட்டு என்ற உப்பும், ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவும் உண்டாகின்றன. ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு நீரில் கரைந்தால், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாகும்.

சோடியம் குளோரைடு + கந்தக அமிலம் → சோடியம் சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன் குளோரைடு.

ஹைடிரஜன் குளோரைடின் குணங்களை அறியப் பரிசோதனைகள் : நாம் வாயு ஜாடியில் பிடித்துவைத்திருக்கும் வாயுவைக் கொண்டு பின் வரும் சோதனைகளைச் செய் :

(1) ஜாடியினுள், எரியும் மெழுகுவர்த்தியைக் கொண்டுபோ. மெழுகுவர்த்தி அணைந்து விடுகிறது.

(2) ஜாடியினுள் ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைப்போடு; நீல லிட்மஸ் காகிதம், சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

(3) அம்மோனியாக் கரைசலில் நனைத்த கண்ணாடிக் கழியை ஜாடியினுள் நுழை. கண்ணாடிக் கழியைச் சுற்றி அடர்த்தியான வெண்புகை உண்டாகிறது.

(4) வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலில் சில துளிகளை ஜாடிக்குள் சேர். அக்கரைசல் அடர்த்தியான வெண்மைநிற வீழ்படிவை உண்டாக்குகிறது.

(5) இந்த வாயு காரமான நெடியுடையதாகவும், தும்மலை உண்டாக்கும் குணம் உடையதாகவும் இருக்கிறது.

குணங்கள் : ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஒரு நிறமற்ற வாயு. அது காற்றை விடக் கனமானது. அது காரமான நெடி உடையது. அது அதிக அளவில் நீரில் கரையும். அதன் கரைசல் தான் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமாகும். இந்த வாயு, தானும் எரியாது; எரியும் பொருள்களையும் தன்னுள் எரிய விடாது. (ஆனால் சோடியம் இதனுள் எரிந்து சோடியம் குளோரைடு உண்டாகும்.) இந்த வாயு அம்மோனியாக் கரைசலுடன் அடர்த்தியான வெண்புகையைக் கொடுக்கும். வெள்ளி நைட்ரேட்டுக் கரைசலுடன் வெள்ளி குளோரைடு என்ற வீழ்படிவைக் கொடுக்கும். (கடைசியில் குறிக்கப்பட்ட இரண்டு சோதனைகளும், இந்த அமிலத்தைக் கண்டறியும் சோதனைகள் ஆகும்).

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் குணங்கள் :

1. நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமானது துத்த நாகம், அலுமினியம், மக்னீசயம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களுடன் சேர்க்கப்பட்டால், அவைகளைக் கரைத்து, ஹைடிரஜன் வாயுவைக் விடுவிக்கும். அந்தந்த உலோகக் குளோரைடு கரைசலினுள் உண்டாகி இருக்கும்.

2. தாமிரம், பாதரசம், வெள்ளி, தங்கம், காரீயம் தவிர மற்ற உலோகங்கள், அடர்ந்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில்

கரைந்து தம்தம் குளோரைடுகளாக மாறும்; அப்பொழுது ஹைடிரஜன் வாயு வெளியாகும்.

3. சலவைக்கல்லுடன் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் பொங்கி, கார்பன்டை-யாக்ஸைடு வாயுவை வெளிவிடும்.

4. மங்னீசு டை யாக்ஸைடு, பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு, செவ்வீயம் போன்ற ஆக்ஸிஜன் மிகுதியாய் உள்ள ஆக்ஸிகரணிகளுடன், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் குளோரினை விடுவிக்கும்.

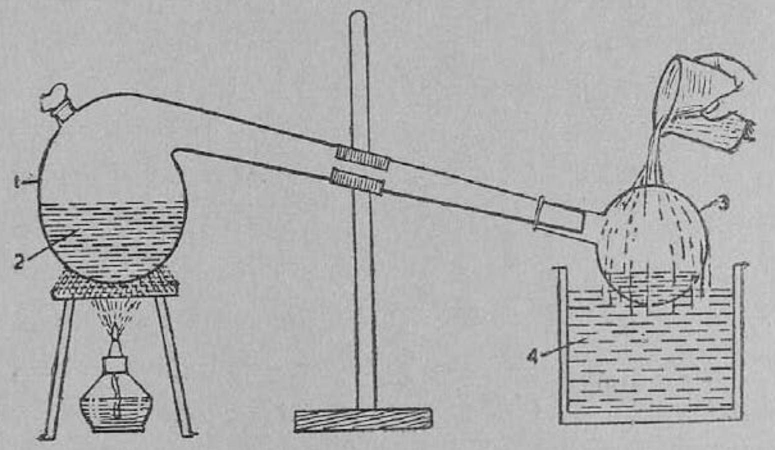
ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தில் ஹைடிரஜனும் குளோரினும் மட்டும் இருப்பதால் இதை ஒரு ஹைடிராசிடு (hydr-acid) என்பர். மற்ற இரண்டு தாது அமிலங்களும் ஆக்ஸிஜனைத் தம் அமைப்பில் கொண்ட அமிலங்கள் ஆகும். அவைகளை 'ஆக்ஸி-ஆசிடு' (oxi-acid) என்பர்.

குறிப்பு: சுத்தமான ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் நீர் போன்று நிறமற்றிருக்கும். ஆனால் கடையில் வாங்கும் அமிலத்தில் அசுத்தங்கள் இருப்பதால் அந்த அமிலம் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும்.

ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தின் உபயோகங்கள்: இது சோதனைச் சாலையில் ஒரு முக்கிய **ரசாயன கரணி** (chemical reagent) யாக உபயோகமாகிறது. குளோரின் வாயு தயாரிக்கவும், சில முக்கியமான குளோரைடுகள் தயாரிக்கவும், தங்கத்தைக் கரைக்க உதவும் **ராஜத் திராவகம்** (aqua regia) செய்யவும் உதவும். காலிகோ பிரின்டிங், முலாம் பூசுதல் போன்ற தொழில்களிலும் இந்த அமிலம் உபயோகமாகிறது.

நைட்டிரிக அமிலம் (nitric acid): இந்த அமிலம் மிகத் தீவிரமாகப் பொருள்களை அரித்து விடும் ஆற்றலுடையது. ஆகையால் இதை **உக்கிரத் திராவகம்** (aqua fortis) என்று அழைப்பர். இந்த அமிலம் தயாரிக்கப்படும்பொழுது, உபகரண அமைப்பில் ரப்பர் அல்லது கார்க் இணைப்புகள் இருக்கக் கூடாது. எந்த உலோகத்தின் நைட்டிரேட்டு உப்பை எடுத்துக் கொண்டு அடர்கந்தக அமிலம் சேர்த்துக் காய்ச்சினாலும், இந்த அமிலம் உண்டாகும்.

தயாரிக்கும் விதம் : படத்தில் காட்டியதுபோல உபகரணத்தை அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். வாலையினுள் சுமார் 20 கிராம் வெடியுப்பு (பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு) அல்லது சிலி வெடியுப்பு (சோடியம் நைட்டிரேட்டு) எடுத்துக் கொள். அந்த உப்பு மூழ்கும் அளவிற்கு வாலையினுள் அடர் கந்தக அமி



படம் 9. நைட்டிரிக அமிலம் தயாரித்தல் 1. வாலை, 2. அடர் கந்தக அமிலம் + வெடியுப்பு, 3. குளிர்ச்சியான குடுவை 4. நீர்த் தொட்டி

லத்தைச் சேர். வாலையின் வாயை இறுக மூடு. வாலையை இரும்புத்தாங்கி அல்லது இரும்பு முக்காலியில் கம்பி வலைக்கு மேல் வைத்து, ஸ்பிரிட்டு விளக்குகொண்டு வாலையை உஷ்ணப்படுத்து. முதலில் வாலையினுள் பழுப்பு நிற ஆவி சிறிது உண்டாகும். சிறிது நேரத்திற் கெல்லாம் அது மறைந்து ஒரு நிறமற்ற ஆவி உண்டாகி, அது கொள்கலத்தை அடைந்து, குளிர்ந்து, ஒரு நிறமற்ற திரவமாக வடியும். கொள்கலம் மேல் புறமும், அடிப்புறமும் நன்ருகக் குளிரச் செய்யப்பட வேண்டும். அப்பொழுது தான் கொள்கலத்தில் அமில ஆவி குளிர்ந்து, சுருங்கித் திரவமாக வடியும்.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு + கந்தக அமிலம் → பொட்டாசியம் சல்பேட்டு + நைட்டிரிக அமிலம்.

குணங்கள் : இதன் ரசாயனப் பெயர் ஹைடிரஜன் நைட்டிரேட்டு. நைட்டிரிக அமிலம் சுத்தமாயிருந்தால் நிறமற்ற திரவ

மாக இருக்கும்; ஆனால் அதனுடன் செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு (nitrogen peroxide) என்று வாயு கலந்திருப்பதால், அது சற்றுப் பழுப்பு நிறமாகத் தோன்றும். இது அமிலங்களில் மிகவும் வீரியம் வாய்ந்தது. தோல், துணி, ரப்பர், காகிதம் போன்ற அங்ககப் பொருள்களை உடனே தாக்கி அவைகளை அரித்து விடும். கையிலோ உடம்பிலோ இந்த அமிலம் பட்டால், அந்த இடம் மஞ்சள் நிறமாகிவிடும். அடர் அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் சுமார் 1·5 இருக்கும்.

இந்த அமிலம் வெண்ணிற ஒளி பட்டாலோ அல்லது உஷ்ணப் படுத்தப்பட்டாலோ சிதைந்து நீராவி, ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் ஆக்ஸைடுகள் இவையாகப் பிரியும். அதனால்தான் இந்த அமிலத்தைப் பழுப்பு நிறச் சீசாக்களில் வைத்திருக்கின்றனர். தங்கம், பிளாட்டினம், அலுமினியம் தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களும் இந்த அமிலத்தில் கரைந்து தம் தம் நைட்டிரேட்டுகளாக மாறிச் செம்பழுப்பு நிற நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு என்ற வாயுவை வெளிவிடும். தாமிரம் இந்த அமிலத்தில் சுறுசுறுப்பாய்க் கரைந்து பச்சை நிறமுள்ள தாமிர நைட்டிரேட்டுக் கரைசலாகும்; அப்பொழுது செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு வாயு வெளியாகும். இது நைட்டிரிக அமிலத்தைக் கண்டறிய மிக முக்கியச் சோதனை ஆகும். நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்துடன், அதனில் கரையக் கூடிய உலோகங்கள் பொதுவாக, தம் தம் நைட்டிரேட்டுகளாக மாறி, நிறமற்ற நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு என்ற வாயுவை வெளிவிடும். மகனீசய உலோகம் ஒன்றுதான் அதிக அளவு நீர் சேர்க்கப்பட்ட நைட்டிரிக அமிலத்துடன் ஹைடிரஜனை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும்.

சுத்தத் தங்கம் நைட்டிரிக அமிலத்தில் கரையாது (test for gold). அசுத்தத் தங்கத்தை நைட்டிரிக அமிலத்தில் போட்டால், அதனுடன் கலக்கப்பட்ட மட்ட உலோகங்கள் அமிலத்தில் கரையும்; சுத்தத் தங்கம் மட்டும் கரையாமல் நிற்கும். மூன்று பங்கு ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்துடன், ஒரு பங்கு நைட்டிரிக அமிலம் சேர்ந்த கலவைதான் **ராஜத் திராவகம்** எனப்

படும். உலோகங்களின் அரசனுகிய தங்கத்தைக் கரைப்பதால், அதற்கு இப் பெயர் ஏற்பட்டது.

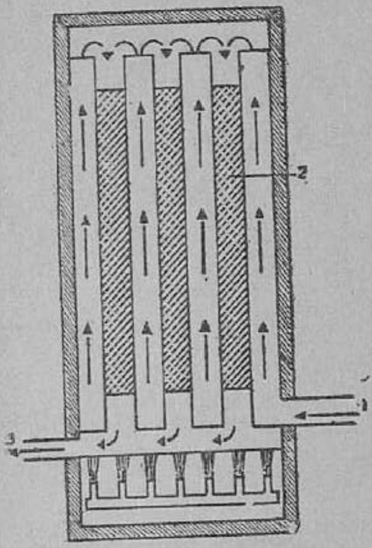
நைட்டிரிக அமிலம் ஒரு சக்தி வாய்ந்த **ஆக்ஸிகரணி** (oxidising agent) ஆகும். அதாவது, பொருள்களுக்குத் தன் ஆக்ஸிஜனைக் கொடுத்து ரசாயன மாற்றத்தை உண்டுபண்ணும். நெருப்புத் தணலாக இருக்கும் கரி அதனுள் போடப்பட்டால், பிரகாசமாக எரிந்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடாக மாறும்; அப்பொழுது செம்பழுப்பு நிறமுள்ள நைட்டிரஜன் பர ஆக்ஸைடு வெளியாகும். இந்த அமிலம் கந்தகத்தைக் கந்தக அமிலமாகவும், பாஸ்வரத்தைப் பாஸ்வரிக அமிலமாகவும், அயொடினை அயொடிக அமிலமாகவும் ஆக்ஸிகரணம் செய்யும்.

உபயோகங்கள்: நைட்டிரிக அமிலம், நைட்டிரோ கிளிசரைன், டைனமைட்டு, வெடி பஞ்சு (gun cotton) போன்ற வெடிகள் தயாரிக்கும் தொழிலில் உபயோகமாகிறது. தாமிரப் பாத்திரங்கள், தாமிரத் தகடுகள் இவைகளின் மேல் அழகான சித்திர வேலைகள் (designs) செய்ய உதவுகிறது. வாணங்கள், மத்தாப்புகள் செய்வதற்கு அவசியமான நைட்டிரேட்டுகள் தயாரிக்கவும், வெள்ளி நைட்டிரேட்டு தயாரிக்கவும், அசுத்த உலோகங்களைக் கரைத்து மின்னுற் பகுப்பு முறையில் சுத்த உலோகங்களைத் தயாரிக்கவும், தங்கத்தைக் கரைக்க உதவும் ராஜத்திராவகம் தயாரிக்கவும் உதவும். குரூவ், புன்சென் மின் கலங்களில் துருவத்துவம் நீக்கியாக (depolariser) இந்த அமிலம் உபயோகமாகிறது.

கந்தக அமிலம் (sulphuric acid): பண்டைக் காலத்தில் பச்சைத் துத்தம் (green vitriol) எனப்படும் அயச சல்பேட்டைக் காய்ச்சி இந்த அமிலம் தயாரிக்கப்பட்டது. ஆதலால் இதற்கு 'துத்த அமிலம்' (oil of vitriol) என்ற பெயர் ஏற்பட்டது. நம் தென்னுட்டில் இதைக் கந்தகத் திராவகம் என்று அழைப்பர். இதன் ரசாயனப் பெயர் ஹைடிரஜன் சல்பேட்டு. இது அதிக அளவில் 'பரிச முறை', 'ஈய அறை முறை' என்ற இரண்டு முறைகளின்படி தயாரிக்கப்படும்.

பரிச முறை (contact process): கந்தகத்தை எரித்தோ,

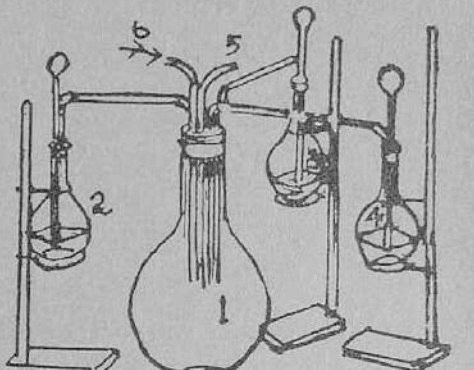
கந்தகக்கல்லை எரித்தோ கந்தக-டை-யாக்ஸைடைத் தயாரிப்பர். இதனுடன் ஆக்ஸிஜனைக் கலந்து சுமார் 440 °C-க்கு உஷ்ணப் படுத்தப்பட்டிருக்கும் **பிளாட்டினக் கல் நாரின்**மேல் (platinized asbestos) செலுத்துவர். இங்கு, பிளாட்டினக் கல்நார் கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்து, கந்தக-டை-யாக்ஸைடை, ஆக்ஸிஜனுடன் சேரச் செய்து கந்தகத் திரி ஆக்ஸைடை உண்டாக்கும். இந்தக் கந்தகத் திரி ஆக்ஸைடை நீரில் செலுத்தினல், அது கரைந்து கந்தக அமிலம் உண்டாகும். இந்த முறை தற்காலத்தில் அதிகம் கையாளப்படுவதில்லை. ஏனென்றால் இம்முறையில் உபயோகப்படுத்தப்படும் பிளாட்டினக் கல்நாரின் விலை வெகு அதிகம். தவிரவும், வெகு அதிகமான உஷ்ணநிலை தேவையாய் இருக்கிறது. ஆனல் இம்முறைப்படி தயாரிக்கப்படும் அமிலம் மிகவும் சுத்தமாக இருக்கும்.



படம் 10. கந்தக அமிலம் தயாரித்தல்—பரிச முறை
1. கந்தக டை-ஆக்ஸைடு + ஆக்ஸிஜன் 2. பிளாட்டினக் கல்நார் 3. கந்தக திரி-ஆக்ஸைடு

(ஈய) அறை முறை (chamber process): இந்த முறையில் மூன்று ஈய அறைகள் வரிசையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளில்தான் கந்தக அமிலம் உண்டாகித் தங்கும். ஆதலால் இம் முறைக்கு அப் பெயர் வந்தது. சோதனைச் சாலையில் இந்த முறையை விளக்க நாம் உபயோகிக்கும் உபகரணம் படம் 11-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. கந்தக-டை-யாக்ஸைடு, காற்று, நீராவி, நைட்டிரஜன் ஆக்ஸைடுகள் இவை எல்லாம் ஒர் அறையில் சேர்ந்து கந்தக அமிலம் உண்டாகிறது. இங்கு நைட்டிரஜன் ஆக்ஸைடுகள் கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்து, கந்தக டை யாக்ஸைடைக் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேரச் செய்து, அதைக் கந்தகத் திரி ஆக்ஸைடாக மாற்றும். கந்தகத் திரி ஆக்ஸைடு

நீருடன் வினை புரிந்து, கந்தக அமிலம் ஆகும். இம் முறைப்படி அமிலம் தயாரிப்பது எளிது; செலவும் குறைவு; ஆனால் அமிலம் சுத்தமாயிராது. இம்முறைப் படித்தான் நம் தென்னாட்டில் ராணிப்பேட்டையில் கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.



படம் 11. அறை முறையில் கந்தக அமிலம் தயாரித்தலை விளக்கும் உபகரணம்

1. பெரியகுடுவை, 2. கந்தக-டை-ஆக்ஸைடு, 3. நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு 4. நீராவி, 5. போக்கு குழாய், 6. காற்று.

கந்தக அமிலத்தின் குணங்கள் : மற்ற இரண்டு அமிலங்களை விட இதற்கு ரசாயன வினை புரியும் தன்மை அதிகம். ஆதலால்தான் இது மற்ற அமிலங்களைத் தம் தம் உப்புக் களிலிருந்து இடப் பெயர்ச்சி அடையும்படி செய்கிறது. இந்த அமிலம் சுத்தமாக இருந்தால் நிறமற்ற எண்ணெய் போன்று தடித்து இருக்கும். ஆனால் காற்றிலுள்ள ஈரத்தைக் கிரகிக்கும்பொழுது அங்குள்ள அங்ககப் பொருள்கள் இந்த அமிலத்தில் விழுவதால் அது சற்றுக் கறுப்பு நிறமாகத் தோன்றுகிறது. சுத்தமான அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் 1·8. இந்த அமிலத்திற்கு நீரின்மீது கவர்ச்சி அதிகம். அமிலத்துடன் நீர் சேர்த்தால் மிக அதிக உஷ்ணம் உண்டாவதால், நீர் கொதிக்கும். ஆதலால், இந்த அமிலத்துடன் நீர் சேர்த்து, நீர்த்த அமிலம் தயாரிக்கும் போது மிக எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும். ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீர் எடுத்து, அதனுள் நீரைக் கலக்கிக் கொண்டே அடர் அமிலத்தைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்து, நீர்த்த அமிலம் தயாரிக்க வேண்டும். ஒருபொழுதும் அடர் அமிலத்தினுள் நீரை ஊற்றக் கூடாது. நீரை அமிலத்துடன் சேர்த்தால், சில சமயங்களில் அமிலம் பாத்திரத்திலிருந்து மேல் நோக்கி வாரி அடிக்கப்படலாம்.

இந்த அமிலத்தினுள் நீல நிறமுள்ள மயில் துத்தப் படிகத்

தைப் போட்டால் அமிலம் அதனில் உள்ள படிக நீரைக் கிரகித்து விடுவதால், அந்தப் படிகம் வெளுத்துவிடும். இந்த அமிலத் தினுள் சர்க்கரையைச் சேர்த்தால், சர்க்கரையினின்று நீர் நீக்கப்பட்டு, கரி பொங்குதலுடன் வெளியாகும். இந்தச் சோதனைகள், கந்தக அமிலத்திற்கு நீர்மேல் உள்ள கவர்ச்சியை நிரூபிக்கின்றன.

அங்ககப் பொருள்களை இந்த அமிலம் தாக்கிக் கரியை வெளிப்படுத்தும். தோலில் பட்ட இடம் கறுத்து வெந்துவிடும். காகிதம் துணி இவைகளில் அமிலம் பட்டால் அவை கருகிவிடும்.

இந்த அமிலமும் ஓர் ஆக்ஸிகரணி ஆகும். இந்த அமிலத் துடன் கந்தகம், கார்பன், பாஸ்வரம் இவைகளைத் தனித் தனியே சேர்த்துக் காய்ச்சினுல், முறையே அவை கந்தக-டை-யாக்ஸைடு, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, பாஸ்வரிக அமிலமாக ஆக்ஸிகரணமடையும். தங்கம், பிளாட்டினம், காரீயம் தவிர மற்ற உலோகங்கள் அடர் கந்தக அமிலத்துடன் காய்ச்சப் பட்டால் தம் தம் சல்பேட்டுகளாக மாறும். அப்பொழுது கந்தக டை-யாக்ஸைடு வெளியாகும். துத்தநாகம், இரும்பு, மகனீசயம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகங்கள் மட்டும் நீர்த்த கந்தக அமி லத்தில் கரைந்து தம் தம் சல்பேட்டுகளாக மாறும்; அப்பொழுது ஹைடிரஜன் இடப் பெயர்ச்சி அடையும். செவ்வீயம், மங்க னீசு-டை-யாக்ஸைடு, பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டு, பொட் டாசியம் டைகுரோமேட்டுப் போன்று ஆக்ஸிஜனை தம் அமைப் பில் அதிகம் பெற்றுள்ள பொருள்கள் கந்தக அமிலத்துடன் உஷ்ணப்படுத்தப் பட்டால் ஆக்ஸிஜனை வெளிப்படுத்தும். பேரியம் நைட்டிரேட்டு அல்லது பேரியம் குளோரைடு கரைச லுடன் இந்த அமிலம் வெண்மையான வீழ்படிவை உண்டாக்கும். இச் சோதனையும், இந்த அமிலம் சர்க்கரையுடன் கரியை வெளித் தள்ளுவதும், இந்த அமிலத்தைக் கண்டறியும் சோதனைகள் ஆகும்.

கந்தக அமிலத்தின் உபயோகங்கள் : இந்த அமிலத்தைக் கொண்டுதான் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம், நைட்டிரிக அமிலம், குளோரின், சலவை சோடா, தாமிர சல்பேட்டு போன்ற

பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சோதனைச் சாலையில், உலர்த்தும் பாண்டங்களிலும் (dessicator), பிரதம மின்கலங்களிலும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. சாயம் ஏற்றுதல், காலிகோ பிரின்டிங் முதலியன நடக்கும் தொழிற்சாலைகளிலும் இந்த அமிலத்தை உபயோகிக்கிறார்கள்.

அமிலங்களின் பொதுவான குணங்கள் : முதன் முதலாக அமிலங்களைக் கண்டறிந்தவர் **லவாய்சியர்** (Lavoisier). அவர் கந்தகம், பாஸ்வரம், கரி இவைகளை ஆக்ஸிஜனில் எரித்து, அவைகளின் ஆக்ஸைடுகளைக் கரைத்து, அவை அமிலங்களாக இருப்பதை அறிந்தார். ஆதலால், அவர் அமிலங்களில் ஆக்ஸிஜன் இருக்க வேண்டும் என்று நினைத்தார். ஆனால் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் போன்ற அமிலங்களில் ஆக்ஸிஜனே இல்லை. அமிலங்களின் தன்மைக்குக் காரணமாயிருப்பது அவைகளில் உள்ள ஹைடிரஜன் தான். ஆகவே, எல்லா அமிலங்களிலும் அவசியமாக இருக்கவேண்டிய மூலகம் ஹைடிரஜன் தான். இன்னும் கீழ்க்கண்ட குணங்கள் அமிலத்திற்கு இருக்கின்றன : (1) அமிலங்கள் புளிப்பு ருசி உடையன. (2) அவை ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும். (3) அவைகளில் உலோகங்கள் இடப் பெயர்ச்சி அடையக்கூடிய ஹைடிரஜன் இருக்க வேண்டும். (4) அவை அரிக்கும் தன்மை (corrosive) உடையன. (5) அவை கார்பனேட்டுகளுடன் பொங்கி, கார்பன்-டை-யாக்ஸைடை வெளிவிடும்.

லவாய்சியர்

கேள்விகள்

1. (a) ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் (b) நைட்டிரிக அமிலம் இவை முறையே தயாரிக்கப்படும் விதங்களைப் படங்களுடன் விவரி.

2. கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப்படும் இரு முறைகளிலும் கிரியா ஊக்கி யாக உபயோகப்படும் பொருள்கள் யாவை?

3. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்திலிருந்து (a) ஹைடிரஜன் (b) குளோரின்—இவைகளை எப்படி அடைவாய்?

4. ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைக் கண்டறிய நீ செய்யும் முக்கியச் சோதனைகள் யாவை?

5. மூன்று அமிலங்களும் முறையே எக் காரியங்களுக்கு உபயோகப் படுத்தப் படுகின்றன என்று விவரி.

6. ராஜத் திராவகம் என்பது என்ன? அதற்கு ஏன் அப்பெயர் வந்தது?

7. நைட்டிரிக அமிலத்திலிருந்து ஹைடிரஜனை எப்படித் தயாரிப் பாய்?

8. உன்னிடம் கொடுக்கப்பட்ட அமிலம் நைட்டிரிக அமிலமா, கந்தக அமிலமா என்று எப்படிக் கண்டறிவாய்?

9. அடர் கந்தக அமிலம் கொண்டு நீர்த்த அமிலம் எப்படித் தயாரிப்பாய்?

10. கந்தக அமிலம், நைட்டிரிக அமிலம்—முறையே இவைகளின் முக்கிய ரசாயன குணங்கள் இரண்டு கூறுக. உன் விடையைத் தகுந்த உதாரணங்களால் விளக்குக.

11. எல்லா அமிலங்களிலும் உள்ள மூலகம் எது?

12. அமிலங்களின் பொதுவான குணங்களில் மூன்றைக் கூறு.

13. கந்தக அமிலத்திற்கு நீரின்மீது கவர்ச்சி அதிகம் என்பதைக் காட்ட இரு சோதனைகள் கூறுக.

14. ஒரு துத்தநாக உலோகத் துண்டை (a) அடர் கந்தக அமிலத் துடன் சேர்த்தால் (b) நீர்த்த கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்தால் (c) நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்துடன் சேர்த்தால் (d) அடர் நைட்டிரிக அமிலத்துடன் சேர்த்தால், முறையே வெளிப்படும் வாயுக்களைக் கூறு.

செய்முறைப் பயிற்சி

தாமிரம், துத்தநாகம், மக்னீசயம் ஆகிய உலோகங்களைச் சோதனைக் குழாய்களில் எடுத்துக் கொண்டு நீர்த்த அமிலங்களையும் அடர் அமிலங் களையும் ஊற்றி ஏற்படும் கிரியைகளைக் கவனி.

4. காரங்கள்

(எரிகாரங்களும், மென்காரங்களும். தயாரித்தலும், குணங்களும்.)

சென்ற பாடத்தில் கந்தகம், கரி, பாஸ்வரம் இவைகளின் ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்தால் அமிலங்கள் உண்டாகின்றன என்று படித்தோம். அமிலங்களுக்கு நேர் எதிரிடையான குணங்களை உடைய பொருள்கள் இருக்கின்றன. அவைகளைக் **காரங்கள்** (alkalis) என்பர். சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மகனீசயம் ஆகிய உலோகங்களைக் காற்றில் எரித்து, அவைகளின் ஆக்ஸைடுகளை நீரில் கரைத்தால், அவை அந்தந்த உலோகங்களின் ஹைடிராக்ஸைடுகளைக் கொடுக்கும். நீரில் கரையக்கூடிய அந்த உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளைத் தான் காரங்கள் என்பர்.

பரிசோதனை : சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு, பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு, கால்சியம் ஹைடிராக்ஸைடு போன்ற பொருள்களின் கரைசல்கள் எடுத்துக்கொண்டு, அவைகளைக்கொண்டு பின் வரும் சோதனைகளைச் செய்து பார்த்துச் சில குறிப்புக்களை எடுப்போம்.

(1) கரைசலை விரலால் தொட்டுப் பார்த்தால், அது சோப்புப்போல் வழவழப்பாய் இருக்கிறது.

(2) சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தைக் கரைசலுள் தோய்த்தால் லிட்மஸ் காகிதம் நீல நிறமாகிறது.

(3) மஞ்சள் காகிதத்தை, கரைசல், சிவப்பு நிறமாக மாற்றுகிறது.

(4) கரைசலின் ஒரு துளி நாக்கில் வைக்கப்பட்டால், அது சுண்ணும்புபோல் காரமாயிருக்கிறது.

(5) கரைசலுடன் சிறிதளவு நீர்த்த அமிலத்தைச் சேர்த்தால் உஷ்ணம் உண்டாகிறது.

காரங்களின் பொதுவான குணங்கள் : காரங்கள் திடரூபத்திலிருக்கின்றன. உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து அவை உண்டாகின்றன. அவைகளின் கரைசல்கள் சோப்புப் போல் வழவழப்பாயும், கார ருசி உடையனவாயும் இருக்

கின்றன. அவை சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றுகின்றன. அவை மஞ்சளில் தோய்த்த காகித்தை (turmeric paper) சிவப்பு நிறமாக மாற்றுகின்றன. அவை அமிலங்களுடன் வெப்பத்தை வெளிவிட்டுக் கொண்டு வினைபுரிகின்றன. காரங்களுக்கும், அமிலங்களுக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம் :

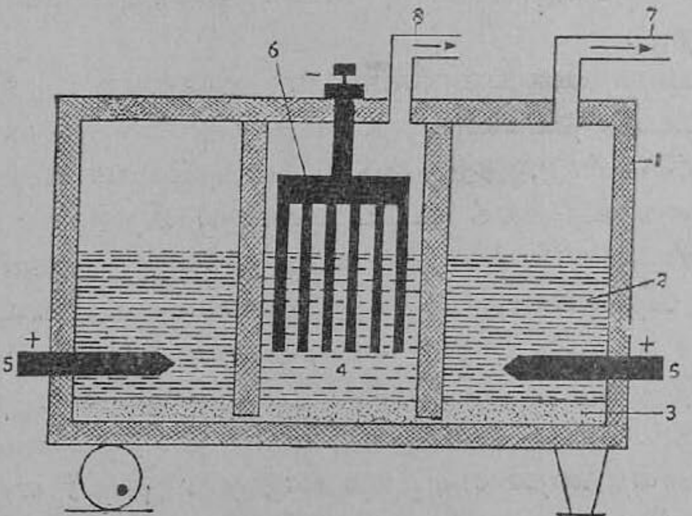
காரங்கள்	அமிலங்கள்
1. உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து உண்டாகும்.	1. அலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து உண்டாகும்.
2. காரமான ருசி உடையன. சோப்புப்போல் வழவழப்பாய் இருக்கும்.	2. புளிப்பு ருசி உடையன.
3. தோல், துணி இவைகளை எரிக்கும் (caustic).	3. தோல், துணி, காகிதம் இவைகளை அரித்துவிடும் (corrosive).
4. சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும்.	4. நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பு நிறமாக மாற்றும்.
5. மஞ்சளில் தோய்த்த காகிதத்துடன் வினை புரிந்து அதைச் சிவப்பாக மாற்றும்.	5. மஞ்சளில் தோய்த்த காகித்துடன் வினை புரியாது.

தோல், துணி, காகிதம் இவைகளை உடனே அரித்து, உடம்புமீது பட்ட இடத்தில் புண்ணை உண்டாக்கக் கூடிய காரங்களை '**எரிகாரங்கள்**' என்பர். சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடும் (சோடா எரிகாரம்), பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடும் தான் எரிகாரங்கள் எனப்படும். இவை இரண்டும் ஒரே விதமாகத் தயாரிக்கப்படும்; இவை இரண்டின் குணங்களும் ஒன்றே. ஆகவே, இவைகளில் ஏதாவது ஒன்றைப் பற்றிச் சொல்வது மற்றொன்றுக்குப் பொருந்தும். நாம் இங்கு சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடைப் பற்றிப் படிப்போம்.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு (காஸ்டிக் சோடா): சோடிய உலோகத் துண்டு ஒன்றை நீரில் போட்டால், அது நீரில் சுறு

சுறுப்பாக இங்கும் அங்கும் அலைந்துகொண்டே கரையும். அப்பொழுது அது நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைடிரஜன் வாயுவைப் இடப் பெயர்ச்சி செய்யும். சோடியம் கரைந்த நீரில் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு உண்டாகி இருக்கும். ஆகவே, சோடியத்தை நீரில் வினைபுரியச் செய்தால் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு உண்டாகும்; என்றாலும், அது சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு தயாரிக்கும் முறையல்ல.

சோதனைச் சாலையில் சோடியம் கார்பனேட்டுக் கரைசலுடன், கால்சியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலைச் சேர்த்தால் இரட்டைச் சிதைவு ஏற்பட்டு, கால்சியம் கார்பனேட்டு என்ற நீரில் கரையாத பொருளும், சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடும் உண்டாகும்; நீரில் கரையாத கால்சியம் கார்பனேட்டு என்ற பொருளை வடிகட்டி நீக்கிவிட்டு, நாம் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலை அடையலாம்.



படம் 12. காஸ்ட்னர்-கெல்னர் முறை. 1. தொட்டி, 2. சோடியம் குளோரைடுக் கரைசல், 3. பாத ரசம், 4. நீர், 5. கார்பன் தண்டுகள், 6. இரும்புத் தண்டுகள், 7. குளோரின், 8. ஹைடிரஜன்

காஸ்ட்னர்-கெல்னர் முறை : இந்த முறையில் சாதாரண உப்பின் பூரிதக் கரைசல் ஓர் இரும்புப் பாத்திரத்தினுள் வைக்

கப்பட்டு மின்னாற் பகுக்கப்படும். மின்னாற் பகுக்க இரும்புத் தண்டுகள் எதிர் மின்வாயாகவும், கார்பன் கட்டைகள் இரண்டு நேர் மின்வாயாகவும் உபயோகிக்கப்படும். மின் ஓட்டம் செலுத்தப்படும்பொழுது சோடியம் குளோரைடு, தன் பகுதிகளான சோடியம் + குளோரின் எனப் பிரியும். குளோரின் நேர் மின் வாயை அடைந்து, அங்கிருந்து வெளியேறும். சோடியம் எதிர் மின்வாயை அடைந்து, அங்குள்ள நீருடன் வினைபுரிந்து சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு+ஹைடிரஜன், என மாறும். அப்பொழுது ஹைடிரஜன் எதிர் மின்வாயிலிருந்து வெளியேறும்; சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசலாகப் பாத்திரத்தில் இருக்கும். இதைக் காய்ச்சி நீரை ஆவியாகச் செய்து, சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடை எடுத்து, அதைக் குச்சி வடிவத்தில் தயாரித்து வியாபாரத்துக்கு அனுப்புவார்கள். தற்காலத்தில் இம்முறைப்படிதான் சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் குளோரின் வாயு உடன் விளைவுப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடின் குணங்கள்: இது ஒரு வெண்மையான திடப்பொருள். இது காற்றிலிருந்து ஈரத்தைக் கிரகித்துக்கொண்டு, நீர்த்துவிடும். காற்றிலுள்ள கார்பன்-டையாக்ஸைடை உறிஞ்சக் கூடிய குணமும் இதற்குண்டு. இது நீரில் தாராளமாய்க் கரையும்; கரையும்போது உஷ்ணம் உண்டாகும். இதன் கரைசல் சோப்புப்போல் வழவழப்பாயிருக்கும். சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு மரம், துணி, ரப்பர், தோல் இவைகளை அரித்துவிடும். நம் மேல் பட்டால், பட்ட இடத்தில் புண் உண்டாகும். இது சிவப்பு லிட்மஸை நீல நிறமாக மாற்றும். மஞ்சள் காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும். தாவர எண்ணெய்களுடன் இதன் கரைசலைச் சேர்த்துக் காய்ச்சினால், சோப்பு உண்டாகும். துத்தநாகம், அலுமினியம் ஆகிய உலோகங்களின் தூள்கள், சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலுடன் பொங்கிக்கொண்டு ஹைடிரஜன் வாயுவை வெளிப்படுத்தும். இது அமிலங்களுடன் உஷ்ணத்தை வெளிவிட்டுக் கொண்டு வினைபுரிந்து உப்புக்களைக் கொடுக்கும்.

சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடின் உபயோகங்கள் : இது சோப்பு, கண்ணுடி, காகிதம் ஆகியன செய்யும் தொழிற்சாலை களில் உபயோகிக்கப்படும். வாஷிங் சோடா, ரொட்டி சோடா, சோடியம் குளோரேட்டு போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்க உதவும். இதனுடன் சுண்ணும்பைக் கலந்து சோடா-லைம் என்ற பெயரில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை உறிஞ்சும் பொரு ளாக உபயோகிக்கின்றனர்.

குறிப்பு :—சோப்புத் தொழிற்சாலைகளில் சோடியம் ஹைடி ராக்ஸைடை உபயோகித்துச் செய்யப்படும் சோப்பு கடினமான சோப்பு (hard soap) எனப்படும். இது துணிகளைச் சலவை செய்ய உதவும். பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடை உபயோ கித்துச் செய்யப்படும் சோப்பு மிருதுவான சோப்பு (soft soap) எனப்படும். இது தேய்த்துக் குளிக்கும் சோப்பாக (toilette soap) உதவும்.

மென்காரங்கள் : நீற்றின சுண்ணும்பு, அம்மோனியாக் கரைசல், சோடியம் கார்பனேட்டு, சோடியம் பை-கார்பனேட்டு இவை **மென்காரங்கள்** (mild alkalis) எனப்படும். இவை எரி காரங்களைப்போல் தோல், துணி, மரம் இவைகளை எளிதில் அரிக்கா. இவை துத்தநாகம், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்க ளுடன் ஹைடிரஜன் வாயுவைக் கொடுக்கமாட்டா. ஆனுல் காரங் களுக்குரிய மற்ற எல்லாக் குணங்களும் இவைகளுக்கு உண்டு.

நீற்றின சுண்ணும்பு : சுட்ட சுண்ணும்புடன் வேண்டிய அளவு நீர் சேர்த்தால் **நீற்றின சுண்ணும்பு** (calcium hydroxide) கிடைக்கும். இது காரை செய்யவும், வெள்ளை அடிக்கவும், சலவைத் தூள் செய்யவும், தெளிந்த சுண்ணும்பு நீர் தயாரிக்கவும், அம்மோனியா தயாரிக்கவும் உதவும்.

அம்மோனியாக் கரைசல் : இதன் முழுப் பெயர் அம்மோ னியம் ஹைடிராக்ஸைடு ஆகும். நவச்சாரத்தை (அம்மோனியம் குளோரைடு), நீற்றின சுண்ணும்புடன் காய்ச்சினுல், அம் மோனியா வாயு உண்டாகும். இந்த வாயுவை நீரில் செலுத் தினுல் அம்மோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு ஆகும். இது தும்மலை உண்டாக்கும் காரமான நெடி உடையதாய் இருக்கும்.

இது உரங்கள் தயாரிக்கவும், பனிக்கட்டி தயாரிக்கும் முறையிலும், தேனீ குளவி முதலியவை கொட்டிய இடங்களில் மருந்தாகத் தடவவும் உதவும்.

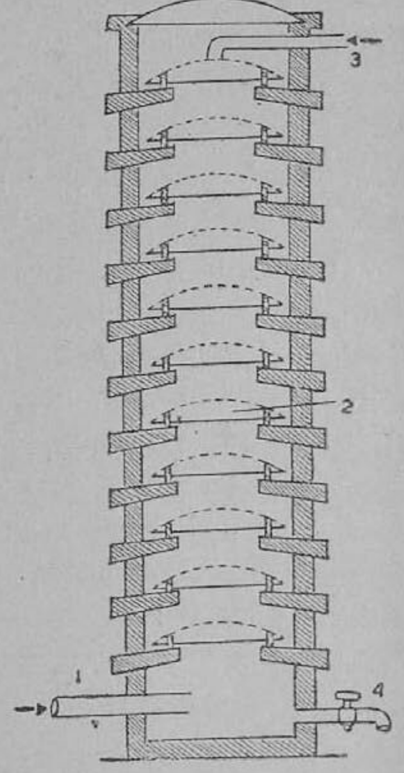
சோடியம் கார்பனேட்டு : [நாம் இங்குச் சோடியம் கார்பனேட்டைப் பற்றிச் சொல்வதெல்லாம் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டிற்கும் பொருந்தும் என்று ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.] சோடியம் கார்பனேட்டுக்குச் சோடா உப்பு (washing soda) என்றும் பெயருண்டு. இதை மூன்று முறைகளில் வியாபார உலகில் தயாரிக்கின்றனர். எல்லா முறைகளிலும் கடல் உப்புத்தான் மூலப் பொருளாக எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது.

லெப்லான்க் முறை : சோடியம் குளோரைடு உப்பை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் காய்ச்சினுல் சோடியம் சல்பேட்டு என்ற உப்பும், ஹைடிரஜன் குளோரைடு என்ற வாயுவும் உண்டாகும். இப்பொழுது கிடைக்கும் சோடியம் சல்பேட்டை 'உப்புப் பணியாரம்' (salt cake) என்பர். அதனுல் இந்த முறைக்கு 'உப்புப் பணியார முறை' என்று மற்ருெரு பெயரும் உண்டு. இரண்டாம் படியாக, சோடியம் சல்பேட்டைக் கரியுடன் காய்ச்சி அதைச் சோடியம் சல்பைடு என்ற பொருளாக மாற்றுகிருர்கள். அப்பொழுது கார்பன் டை யாக்ஸைடு உண்டாகும்.

பிறகு சோடியம் சல்பைடுடன், கால்சியம் கார்பனேட்டு (சீமைச் சுண்ணும்பு) சேர்த்துக் காய்ச்சுகிருர்கள். அப்பொழுது இரட்டைச் சிதைவு ஏற்படும். அதனுல் சோடியம் கார்பனேட்டும், கால்சியம் சல்பைடு என்ற நீரில் கரையாத பொருளும், உண்டாகும். அக்கலவையுடன் நீர் சேர்த்து, சோடியம் கார்பனேட்டைக் கரைத்து, கரையாத கால்சியம் சல்பைடை வடிகட்டி நீக்கி விடுகிருர்கள். பிறகு, சோடியம் கார்பனேட்டுக் கரைசலைக் காய்ச்சி, குளிரச் செய்து, படிகங்களாக எடுக்கின்றனர்.

தற்காலத்தில் லெப்லான்க் முறைப்படி அதிகம் வாஷிங் சோடா தயாரிக்கப்படுவதில்லை. அதைவிட மலிவானதும், சுலபமானதும் ஆகிய 'சால்வே முறை'ப்படி அது தயாரிக்கப் படுகிறது.

சால்வே முறை: இங்கு, பூரித சோடியம் குளோரைடு கரைசலினுள் அம்மோனியா வாயுவும், கார்பன் டை யாக்ஸைடு வாயுவும் அதிக அழுத்தத்தில் செலுத்தப்படும். அப்பொழுது சோடியம் பை-கார்பனேட்டு என்ற பொருளும், அம்மோனியம் குளோரைடு என்ற பொருளும் உண்டாகும். இவற்றில் சோடியம் பை-கார்பனேட்டு மிகமிகச் சொற்ப கரைதிறனை உடையது. ஆகவே அது வீழ்படிவாக உண்டாகும். அதை வடிகட்டி நீக்கிக் காய்ச்சினுல், அது கார்பன் டை-யாக்ஸைடை இழந்து சோடியம் கார்பனேட்டாக மாறும். [பொட்டாசியம் பை-கார்பனேட்டு நீரில் கரையும். ஆதலால் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டுத் தயாரிக்க இந்த முறை உதவாது.]



படம் 13.
அமோனியா-சோடா முறை
1. கார்பன்-டை ஆக்ஸைடு 2. துவாரங்கள் உள்ள தட்டுகள் 3. அமோனியா கரைந்த உப்புக் கரைசல் 4. சோடியம் பை-கார்பனேட்டு + அமோனியம் குளோரைடு.

மின்சார முறை: தற்காலத்தில் இம்முறைதான் அதிகம் கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில் உடன் விளைவுகள் அதிகம் கிடைப்பதாலும், செலவு மிகவும் குறைவாக இருப்பதாலும், இதை அதிகம் ஆதரிக்கின்றனர்.

நாம் கடல் நீரிலிருந்து சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு தயாரிக்கும் முறையை அறிந்தோம். அது இந்த முறையின் முதற்படி (first step) ஆகும். பிறகு சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடைப் பூரிதக் கரைசலாகச் செய்து, அதனுள் அதிக நேரம் கார்பன் டை யாக்ஸைடு வாயுவைச் செலுத்திஞல், சோடியம் பை கார்ப

னேட்டு உண்டாகி, அது கரையாத பொருளாகக் கீழே வீழ்த்தப் படும். அதை வடிகட்டி எடுத்துக் காய்ச்சினுல், அது கார்பன் டை யாக்ஸைடையும், நீராவியையும் இழந்து சோடியம் கார்ப னேட்டாக மாறும்.

சோடியம் கார்பனேட்டின் உபயோகம்: இது சோப்பு, கண்ணுடி முதலியன செய்யவும், கடின நீரை மென்னீராக்கவும், கண்ணுடிச் சாமான்களேக் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தவும், துணி களேக் கழுவிச் சுத்தப்படுத்தவும் உதவும்.

சோடியம் பை-கார்பனேட்டின் உபயோகம்: இது ரொட்டி, பிஸ்கட் முதலியன செய்யவும், வீட்டில் பலகாரங்கள் செய்யவும், அஜீரணத்திற்கு மருந்தாகவும், தீயணேப்பான் களிலும் உபயோகமாகிறது. [இந்த உப்பை ரொட்டி உப்பு (baking soda) என்பர். இது நீரில், வாஷிங் சோடாவை விடக் குறைந்த அளவில்தான் கரையும்.]

வாஷிங் சோடாவிற்கும், காஸ்டிக் சோடாவிற்குமுள்ள வித்தி யாசங்கள் :

காஸ்டிக் சோடா	வாஷிங் சோடா
1. குச்சி வடிவமாய் இருக்கும்.	1. புதிதாகத் தயாரிக்கப்படும் பொழுது படிகவடிவமாய் இருக்கும்.
2. காற்றில் இருந்து நீரை உறிஞ்சும்.	2. காற்றில் தன் படிக நீரை இழந்து தூள் பூக்கும்.
3. கையில் பட்டால் புண் ஆகும்.	3. கையில் பட்டால் புண் ஆகாது.
4. அமிலங்களுடன் சேர்ந்தால் பொங்காது.	4. அமிலங்களுடன் பொங்கி, கார்பன் டை-யாக்ஸைடு வாயுவை வெளிவிடும்.
5. தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரு டன் மாற்றம் ஒன்றும் ஏற்படாது.	5. தெளிந்த சுண்ணும்பு நீரு டன் வெண்மையான வீழ் படிவைக் கொடுக்கும்.
6. துத்தநாகத்துடன் ஹைடிர ஜனேக் கொடுக்கும்.	6. கொடுக்காது.

குறிப்பு : பொட்டாசியம் கார்பனேட்டு காற்றில் இருந்து நீரைப் பருகி, ஈர்க்கும் தன்மை உடையது. ஆனால் சோடியம் கார்பனேட்டு தூள் பூக்கும் தன்மை உடையது.

கேள்விகள்

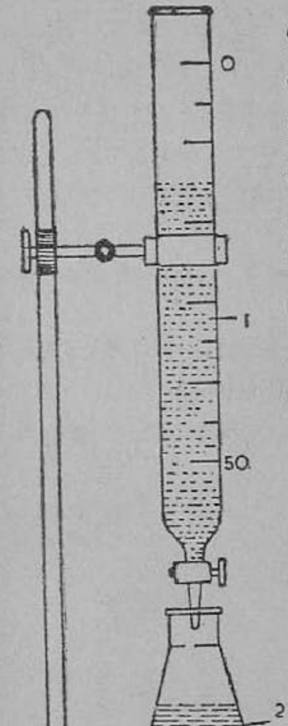
1. காரங்களுக்கும், அமிலங்களுக்குமுள்ள வித்தியாசங்கள் கூறுக.
2. எரிகாரங்கள் எவை ? ஏன் அவைகளுக்கு அப்பெயர் வந்தது ?
3. சோடா எரிகாரம் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது ? அதன் உபயோகங்களைக் கூறுக.
4. சோடா எரிகாரத்திற்கும், வாஷிங் சோடாவிற்குமுள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறுக.
5. வாஷிங் சோடா தயாரிக்கப்படும் முறைகளில் ஒன்றை விவரிக்க. அதன் உபயோகங்களைக் கூறுக.
6. ரொட்டி சோடாவிலிருந்து வாஷிங் சோடாவை எப்படி அடைவாய் ?
7. சோதனைச்சாலையில் மாதிரிக்குச் சிறிதளவு சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடை எவ்விதம் தயாரித்துக் காட்டுவாய் ?
8. எரிகாரங்களுக்கும், மென்காரங்களுக்கும் உள்ள இரு முக்கிய வித்தியாசங்களைக் குறிப்பிடுக.

5. உப்புக்கள்

(உண்டாக்கும் வழிகள்—நடுநிலையாக்கல்.)

உலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து காரங்கள் உண்டாகின்றன வென்றும், அலோக ஆக்ஸைடுகள் நீரில் கரைந்து அமிலங்கள் உண்டாகின்றன வென்றும் அறிந்தோம். காரங்கள் சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும் என்பதும், அமிலங்கள் நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பு நிறமாக மாற்றும் என்பதும் நாம் அறிந்ததே. காரங்களுடன் அமிலத்தைச் சேர்க்கும்பொழுது உஷ்ணம் உண்டாகிறது என்றும் நாம் கண்டோம். காரங்களும் அமிலங்களும், இவ்விதம் ஒன்றுக்கொன்று முரணான குணங்களைக் கொண்டிருப்பதால் அவைகளை ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து அப்பொழுது ஏற்படும் ரசாயன மாற்றத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வோம்.

பரிசோதனை : ஒரு தாங்கியில் ஒரு பியுரெட்டைப் பொருத்து. அதனுள் பாதியளவிற்கு நீர் சேர்ந்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தை ஊற்று. ஒரு சுத்தமான பீக்கரில் நீர் சேர்ந்த சோடா எரிகாரக் கரைசலை (சுமார் 10 கன. செ. மீ.) எடுத்துக்கொள். அந்தக் கரைசலினுள் ஒன்று அல்லது இரண்டு துளி லிட்மஸ் கரைசலைச் சேர். இப்பொழுது பீக்கரில் உள்ள கரைசல் நீல நிறமாய் இருக்கும். (ஏன் ?) பீக்கரை பியுரெட்டின் முனைக்குக் கீழே வைத்து, பியுரெட்டின் அடைப்பானைத் திறந்து அதனில் உள்ள அமிலம் சொட்டு சொட்டாக பீக்கரினுள் விழும்படி செய். பீக்கரிலுள்ள கரைசலைக் கண்ணாடிக் கோல் கொண்டு கலக்கிக்கொண்டே இரு. பீக்கரில் உள்ள கரைசல் எப்பொழுது நீல நிறத்திலிருந்து இளஞ் சிவப்பு நிறமாக மாறுகிறதோ அப்பொழுது பியுரெட்டின் அடைப்பானை மூடிவிடு.



படம் 14.
நடு நிலையாக்கல்
1. அமிலம் 2. காரம்

இப்பொழுது பீக்கரினுள் இருக்கும் கரைசலினுள் ஒரு சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தையும், பிறகு நீல லிட்மஸ் காகிதத்தையும் தோய்த்துப் பார். லிட்மஸ் காகிதங்கள் இரண்டிலும் யாதொரு நிறமாற்றமும் ஏற்படவில்லை. இப்பொழுது பீக்கரில் உள்ள கரைசல் கார குணத்தையோ, அமில குணத்தையோ பெற்றிருக்கவில்லை. அது நடுநிலையான குணத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. இப்படி ஒரு காரமும், ஓர் அமிலமும் ஒன்றை ஒன்று அழித்துக் கொண்டு வேறு ஒரு புதிய பொருளாக மாறுவதைத்தான் **நடுநிலையாக்கல்** (neutralisation) என்பர். இப்பொழுது இந்த ரசாயன மாற்றத்தின் பலன் என்னவென்று அறிந்து கொள்வோம்.

பீக்கரில் நடுநிலையாக்கப்பட்டு இருக்கும் கரைசலில் சுமார்

2 கன. செ. மீ. எடுத்து, அதை ஒரு சிறிய கண்ணுடி வில்லையில் விடு. கண்ணுடி வில்லையை ஒரு மணல் தட்டில் (sand bath) வைத்து, அதிலுள்ள நீர் சுண்டும் வரையிலும் காய்ச்சு. சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் கண்ணுடி வில்லையில் வெண்மையான படிக வடிவப் பொருள் உண்டாயிருக்கிறது. அதில் ஒரு துளியை எடுத்து நாக்கில் வைத்துப் பார். அது உப்புச் சுவையுடன் இருக்கிறது. அது ஓர் 'உப்பு' (salt) ஆகும். ஆகவே நடுநிலையாக்கல் ஏற்பட்டதால் நமக்கு ஓர் உப்பு கிடைத்திருக்கிறது. ஆகவே, நாம் செய்த சோதனையின் முடிவைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம் :

காரம் + அமிலம்→ உப்பு + தண்ணீர்.

இதே சோதனையை நாம் பியுரெட்டில் நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்தை உபயோகித்தும், பின்னர் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை உபயோகித்தும் செய்து பார்த்தால், நாம் ஒவ்வொரு தடவையும் ஓர் உப்பைப் பெறுவோம். ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தை உபயோகித்துக் கிடைத்த உப்பு, ஒரு 'குளோரைடு' ஆகும். நைட்டிரிக அமிலத்தை உபயோகித்துக் கிடைத்த உப்பு ஒரு நைட்டிரேட்டு ஆகும். கந்தக அமிலத்தை உபயோகித்துக் கிடைத்த உப்பு ஒரு 'சல்பேட்டு' ஆகும்.

பின்னர், இச் சோதனையை நாம் நீரில் கரையக் கூடிய உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளுக்கு (காரங்களுக்கு)ப் பதிலாக, எந்த உலோக ஹைடிராக்ஸைடையும் உபயோகித்துச் செய்து பார்த்தாலும் ஓர் உப்பைப் பெறுவோம். ஆகவே,

உலோக ஹைடிராக்ஸைடு + அமிலம்→உப்பு + தண்ணீர்

என அறிகிறோம். உலோக ஹைடிராக்ஸைடுகளைப் பொதுவாக **உப்பு மூலம்** (base) என்று அழைப்பர். ஆகவே, நாம் தெரிந்து கொண்ட சாம்யத்தை,

உப்பு மூலம் + அமிலம் → உப்பு + தண்ணீர், என்றும் எழுதலாம்.

மேலே நாம் விவரித்த சோதனையில், நடுநிலையாக்கலின் போது பீக்கரிலுள்ள கலவை கார குணத்தைக் காட்டுகிறதா, அல்லது அமில குணத்தைக் காட்டுகிறதா, அல்லது நடு

நிலைமையில் இருக்கிறதா என்பதைக் காட்ட லிட்மஸ் உதவுகிறது. இவ்விதம் தன் நிறத்தால் ஒரு பொருளின் நிலையை எடுத்துரைக்கக் கூடிய பொருளை, **காட்டி** (indicater) என்று அழைப்பர். லிட்மசுக்குப் பதிலாக 'மெதில் ஆரெஞ்சு' அல்லது 'பினால்பதலீன்,'' போன்ற காட்டிகளையும் நாம் உபயோகிக்கலாம். பின்னால் கூறிய இரண்டு காட்டிகளும் முறையே காரம், அமிலம் இவைகளுடன் என்ன நிறத்தைக் காட்டும் என்று நீங்களாகவே சோதனை செய்து அறிந்து கொள்ளுங்கள்.

உப்புக்களுக்குப் பெயரிடுதல் : நடுநிலையாக்கலில் உப்புக்கள் உண்டாகும் பொழுது, உப்பு மூலத்திலுள்ள உலோகத்தின் பெயரையும், அமிலத்தின் பிற்பகுதிப் பெயரையும் சேர்த்து அதை உப்பின் பெயராகக் கொள்வர். கீழே சில உப்புக்களுக்குப் பெயர்கள் உண்டான விதம் சில உதாரணங்கள் மூலம் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

(1) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு + ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் → சோடியம் குளோரைடு

(2) சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு + நைட்டிரிக அமிலம் → சோடியம் நைட்டிரேட்டு

(3) அம்மோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு + பாஸ்வரிக அமிலம் → அம்மோனியம் பாஸ்வேட்டு

உப்புக்கள் உண்டாகும் விதம் :

1. ஒரு காரத்தையும், அமிலத்தையும் சேர்த்தால் உப்பு உண்டாகும் என்று அறிந்தோம்.

(உ-ம்.) பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு + நைட்டிரிக அமிலம் → பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு + நீர்

2. ஓர் உலோகத்தை அமிலத்தில் கரையச் செய்தால் அந்த உலோகத்தின் உப்பும், ஹைடிரஜனும் உண்டாகும்.

(உ-ம்.) துத்தநாகம் + நீர்த்த கந்தக அமிலம் → துத்தநாக சல்பேட்டு + ஹைடிரஜன்

3. ஓர் உலோகத்தின் கார்பனேட்டை ஓர் அமிலத்துடன் சேர்த்தால், பொங்குதல் ஏற்பட்டு அந்த உலோகத்தின் உப்பு உண்டாகும்; அப்பொழுது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வாயு வெளியாகும்.

(உ-ம்.) சோடியம் கார்பனேட்டு + கந்தக அமிலம் → சோடியம் சல்பேட்டு + நீர் + கார்பன்-டை-யாக்ஸைடு

கேள்விகள்

1. நடுநிலையாக்கல் என்றால் என்ன? அப்பொழுது ஏற்படும் பலன்கள் என்ன?

2. நடுநிலையாக்கலை ஒரு ரசாயன மாறுதல் என்று ஏன் சொல்ல வேண்டும்?

3. 'காட்டி' என்றால் என்ன? மூன்று உதாரணங்கள் தருக.

4. உப்புக்களைத் தயாரிக்க மூன்று முறைகள் கூறுக. ஒவ்வொரு முறைக்கும் ஒரு உதாரணம் தருக.

5. பின்வரும் உப்புக்களைத் தயாரிக்க எந்தெந்த உப்பு மூலங்களை எந்தெந்த அமிலங்களுடன் சேர்க்கவேண்டும் என்று கூறுக: (i) சோடியம் பாஸ்வேட்டு (ii) மகனீசயம் சல்பேட்டு (iii) சோடியம் கார்பனேட்டு (iv) பொட்டாசியம் சல்பேட்டு.

6. உன்னிடம் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு திரவம் நீர் போன்றிருக்கிறது. அது ஒரு காரமா, அல்லது அமிலமா அல்லது உப்புக் கரைசலா என்று எவ்விதம் தீர்மானிப்பாய்?

6. சாதாரண உப்பும் அதனின்று கிடைக்கும் பொருள்களும்

(சாதாரண உப்பு—தயாரிக்கப்படும் விதம், சுத்தம் செய்யும் விதம்; உபயோகங்கள். குளோரின் தயாரித்தலும் உபயோகங்களும். சலவைத் தூளின் உபயோகங்கள்; சலவைத் திரவம், சோடியம் குளோரேட்டு, பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, அயொடின்—இவற்றின் உபயோகங்கள்.)

நாம் உணவுடன் சுவைக்காகச் சேர்த்துக் கொள்ளும் உப்பைச் 'சாதாரண உப்பு' என்கிறோம். ரசாயன நூலில் நாம் நூற்றுக்கணக்கான உப்புக்களைப் பற்றி படிக்கிறோம். ஆனால் நாம் உணவுடன் உட்கொள்ளும் உப்பு இயற்கையில் அதிகம் கிடைப்பதாலும், யாவருக்கும் அது இன்றியமையாது வேண்டி இருப்பதாலும் அதைச் 'சாதாரண உப்பு' (common salt) என்று அழைக்கிறோம். இந்த உப்பு இயற்கையில் கடல் நீரிலும், பூமிக்கடியில் சில சுரங்கங்களிலும், சில நீர் ஊற்றுக்களிலும் காணப்படுகிறது. இந்த உப்பு எவ்விதம் எடுக்கப்படுகிறது என்று அறிந்துகொள்வோம்.

கடல் நீரை இறைத்து, பூமியில் அமைக்கப்பட்ட பாத்திகளில் தேக்கி வைப்பார்கள். அந்த நீர் சூரிய வெப்பத்தால் ஆவியானதும் பாத்தியின் அடியில் உப்புத் தங்கும். சில இடங்களில் பூமிக்கடியில் தோண்டினால் இது உப்புப் பாறையாகக் காணப்படுகிறது. அதை **இந்துப்பு** (rock salt) என்று அழைப்பர். அந்தப் பாறைகளை உடைத்துக் கட்டிகளாக உப்பை எடுப்பார்கள். இன்னும் சில இடங்களில் பூமிக்கு வெகு ஆழத்தில் உள்ள சுரங்கங்களில் உப்பு காணப்படுகிறது. அங்கு பூமிக்குள் குழாய்களைச் செலுத்தி அவைகளின் வழியாய் நீராவியைச் செலுத்துவார்கள். கீழே உள்ள உப்பு, நீராவி சுருங்குவதால் உண்டாகும் உஷ்ண நீரில் கரைந்து கரைசலாகும். அந்தக் கரைசலைப் பம்புகள் மூலம் வெளியே இறைத்து, பின் அந்த நீரை ஆவியாகச் செய்து உப்பை அடைவார்கள்.

சாதாரண உப்பைச் சுத்தப்படுத்தும் முறை: கடலுப்பிலும் சரி, இந்துப்பிலும் சரி, கால்சியம் குளோரைடு, மகனீ

சயம் குளோரைடு போன்ற ஈர்க்கும் தன்மை உள்ள உப்புக்கள் கரைந்திருக்கின்றன. கடல் நீரில் 3 சத வீதம் சாதாரண உப்பு இருக்கிறது. மற்ற உப்புக்கள் மிகக் குறைந்த அளவில்தான் இருக்கின்றன. என்றாலும் இந்த ஈர்க்கும் குணமுடைய உப்புக் கள் காற்றிலுள்ள நீராவியைக் கிரகித்து நீர் பருகுவதால், சாதா ரண உப்பு ஈரக்கசிவாய் இருக்கிறது. ஆகவே, சாதாரண உப் பிலிருந்து அதனுடன் கலந்திருக்கும் அசுத்தங்களை நீக்கி விட் டால், அது சுத்தமான வெண்மை நிறமுள்ள கனசதுர வடிவப் படிகங்களாகக் கிடைக்கும். அதற்கு மேஜை உப்பு (table salt) என்று பெயர். சாதாரண உப்பின் ரசாயனப் பெயர் சோடி **யம் குளோரைடு.** ஆகவே மேஜை உப்பு வெகு சுத்தமான சோடியம் குளோரைடு ஆகும்.

கடலுப்பைப் பூரிதக் கரைசலாகச் செய்து அதனுள் இருக் கும் மணல், தூசி இவைகளை வடிகட்டிப் பிறகு அதனுள் ஹைடி ரஜன் குளோரைடு வாயுவைச் செலுத்தினால், சாதாரண உப்பின் கரை திறன் குறைந்து, அது படிகமாக வெளிப்படும். அந்தப் படிகங்களைச் சேகரித்து மீண்டும் நீரில் கரைத்துப் படிகங்களா கச் செய்தால், மிகவும் சுத்தமான சோடியம் குளோரைடு கிடைக் கும். அப்பொழுது அது ஈர்க்கும் குணமுடையதாயிராது.

சோடியம் குளோரைடின் உபயோகங்கள் :

1. இது தாவர அல்லது மாமிச சம்பந்தமான உணவுப் பொருள்களை உப்பிட்டு வெகு காலம் கெடாமல் பக்குவப்படுத்த உதவும்.

2. பனிக்கட்டியுடன் சேர்த்து உறைக்கலவை (freezing mixture) செய்ய உதவும்.

3. குளோரின், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம், காஸ்டிக் சோடா, வாஷிங் சோடா, ரொட்டி சோடா முதலியன சாதாரண உப்பிலிருந்து தான் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

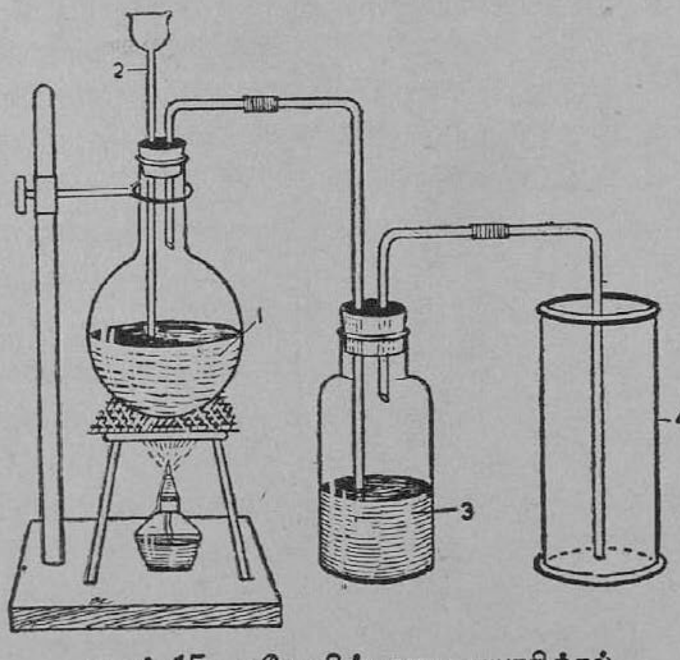
4. சோப்புத் தயாரிக்கும் முறையில் கரைசலிலிருந்து சோப்புவெளிவருவதற்கு உப்பைத்தான் கரைசலில் அதிகஅளவு சேர்க்கிறார்கள்.

5. பீங்கான் பாத்திரங்களைப் பளபளப்பாகச் செய்ய சோடியம் குளோரைடை உபயோகிக்கின்றனர்.

குறிப்பு: சுத்தமான சோடியம் குளோரைடை (table salt)க் கொண்டு, பற்களைத் துலக்குவதுதான் பற்களை ஆரோக்கியமாக வைக்கும் என்று வைத்தியர்கள் கருதுகின்றனர்.

குளோரின் வாயு தயாரித்தல்: இது ஓர் அலோக மூலகம். இதை ஷீலி என்ற விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார். குளோரின் (chlorine) என்ற கிரேக்க வார்த்தைக்குப் 'பசுமையான நிறமுள்ளது' என்பது பொருள். குளோரின் வாயு பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமுள்ளதாய் இருப்பதால் அதற்கு அப்பெயர் உண்டாயிற்று. நாம் இங்குச் சோதனைச் சாலையில் குளோரின் வாயு தயாரிக்கும் விதத்தை அறிந்துகொள்வோம்:

பரிசோதனை: உபகரணத்தைப் படத்தில் காட்டியபடி



படம் 15. குளோரின் வாயு தயாரித்தல்

1. அடர் ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் + மங்கனீசு டை-ஆக்ஸைடு
2. திசல் புனல், 3. நீர், 4. வாயு ஜாடி.

பொருத்தி கண்ணாடிக் குடுவையில் சாதாரண உப்பையும், மங்

கனீசு டை-யாக்ஸைடையும் இரண்டும் சமஅளவு இருக்குமாறு சுமார் 20 கிராம் எடை எடுத்துக் கொள். திசல் புனலின் வழியாக அடர் கந்தக அமிலத்தைக் குடுவையினுள் உள்ள கலவை மூழ்கும் வரையில் விடு. ஒரு ஸ்பிரிட்டு விளக்கினுல் குடுவையை நிதானமாக உஷ்ணப்படுத்து. குடுவையினுள் பொங்குதல் ஏற்பட்டு, பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு ஒன்று உண்டாகும். அது போக்குக் குழாயின் வழியாய் ஓடி, தண்ணீர் உள்ள பாத்திரத்தை அடையும். அப்பொழுது அந்த வாயுவுடன் அசுத்தமாக வரும் சிறிதளவு ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுமட்டும் நீரில் கரையும். பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு, தான் நீரில் அதிகம் கரையாமல் வாயு ஜாடியினுள் அங்குள்ள காற்றை மேல் முகப் பெயர்ச்சி செய்து நீக்கி விட்டுத் தான் நிரம்பும். இவ்விதம் ஐந்து அல்லது ஆறு வாயு ஜாடிகளில் இந்த வாயுவைச் சோதனைக்குச் சேகரித்து வைத்துக்கொள்.

குறிப்பு: மங்கனீசு டை யாக்ஸைடில், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைச் சேர்த்து, இதே உபகரணத்தை உபயோகித்து, குளோரின் தயாரிப்பதுண்டு. பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டுடன், ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தைச் சேர்த்தால், மிகச் சுத்தமான குளோரின் கிடைக்கும்.

குளோரின்-குணங்கள் : குளோரின் பசுமஞ்சள் நிறமுள்ள, விஷத்தன்மை வாய்ந்த வாயு. இதற்கு மூக்கிலுள்ள சவ்வுகளை அறுக்கும்படியான காரமான நெடி உண்டு. இது காற்றைவிட இரண்டரை மடங்கு கனமானது. இது நீரில் சுமாராய்க் கரையும். ஆல்கஹாலிலும் சிறிதளவு கரையும். எரியும் குச்சியை இதனுள் நுழைத்தால், குச்சி அணைந்து விடும். இந்த வாயு தானும் எரியாது; தன்னுள் மற்ற எரி பொருள்களையும் எரியவிடாது.

இதற்குத் தாவர சம்பந்தமான பொருள்களிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட நிறங்களைச் சலவை செய்யும் குணமுண்டு. அதற்கு அப்பொருள்கள் சிறிது ஈரமுள்ளவைகளாக இருத்தல் அவசியம். மலர்கள், சாயத் துணிகள், மை எழுதிய காகிதங்கள் இவை குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் நீரில் நனைத்துப் போடப் பட்டால் அவை சலவையாகி வெளுத்துவிடும். அச்சு மை கரி

யினால் செய்யப்பட்டது. ஆகையால், அச்சு எழுத்துக்கள் உள்ள காகிதம் குளோரினால் சலவை செய்யப்படமாட்டாது. குளோரின், துணிகளில் உள்ள நாரை (fibre)த் தாக்கி அவைகளைக் கிழித்துவிடும். ஆதலால் பட்டு, கம்பளம், லினன், மல் போன்ற துணிகளைச் சலவை செய்ய, குளோரினை உபயோகிக்கக்கூடாது.

நீரினுள் குளோரின் செலுத்தப்பட்டால், நீருடன் வினை புரிந்து ஹைடிரோ குளோரிக அமிலத்தையும், ஹைபோ குளோரஸ் அமிலத்தையும் உண்டாக்கும். ஆதலால் குளோரின் நீருக்கு அமில குணம் உண்டு. ஈரமான நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைக் குளோரினுள் போட்டால் அது முதலில் சிவப்பாகி, பிறகு சலவை செய்யப்பட்டு வெளுத்து விடும். குளோரின் நீருடன் சேர்த்து உண்டாக்கும் ஹைபோ குளோரஸ் அமிலம் நிலையற்றது. அதனின்று ஆக்ஸிஜன் வெளி வந்து கொண்டிருக்கும். அந்த ஆக்ஸிஜன்தான் நிறங்களைச் சலவை செய்கிறது. ஈரமில்லாத வறண்ட குளோரினுக்குச் சலவை செய்யும் குணம் இல்லை. அதனால்தான் சலவை செய்ய வேண்டிய பொருள்களை குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் நனைத்துப் போடுகிறோம்.

குளோரினுக்கு ஹைடிரஜனின் மேல் கவர்ச்சி அதிகம். ஹைடிரஜனையும் குளோரினையும் ஓர் இருட்டறையில் ஒரு ஜாடியினுள் கலந்து, அந்த ஜாடியினருகே விளக்கைக் கொண்டு வந்தாலோ அல்லது ஜாடியில் சூரிய வெளிச்சம் படும்படி செய்தாலோ, அதிலுள்ள கலவை வெடி சப்தத்துடன் சேர்ந்து ஹைடிரஜன் குளோரைடு ஆகும். இவ்விதம் குளோரினுக்கு ஹைடிரஜனின்மேல் கவர்ச்சி இருப்பதால்தான் ஒரு மெழுகுவர்த்தியைக் குளோரின் தன்னுள் மங்கலான சுவாலையுடனும், கரிப்புகையுடனும் எரிய விடுகிறது. குளோரின், மெழுகிலுள்ள ஹைடிரஜனைக் கிரகித்துக் கொண்டு, கார்பனை வெளிவிடுவதால்தான் கரிப்புகை ஏற்படுகிறது. இதே காரணத்தினால்தான் டர்பன்டைனில் தோய்க்கப்பட்ட காகிதம், குளோரின் ஜாடியினுள் போடப்பட்டால், அக்காகிதம் புகைகிறது ; காகிதத்தின்மேல் கரி படிகிறது.

குளோரின் பிற மூலகங்களுடன் தீவிரமாக ரசாயனக்

கூடுகை செய்து அவைகளைத் தம் தம் குளோரைடுகளாக மாற்றும். பாதரசத்தைக்கூட குளோரின் தாக்கி, அதன் குளோரைடாக மாற்றும். மகனீசயம், சோடியம், பாஸ்வரம் போன்ற மூலகங்கள் குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் எரிந்து தம் தம் குளோரைடுகளாக மாறும். டச்சு உலோகம் (Dutch metal) எனப்படும் மெல்லிய தாமிரத் தாள், குளோரினில் எரிந்து பச்சை நிறமுள்ள தாமிரக் குளோரைடாக மாறும். நீலாஞ்சன உலோகத் தூள் (antimony metal) குளோரின் உள்ள ஜாடியினுள் மின்னுதலுடன் எரிந்து, திட வெண்புகை நிலையிலுள்ள அதன் குளோரைடாக மாறும்.

குளோரின், பொட்டாசியம் அயொடைடுக் கரைசலில் இருந்து பழுப்பு நிறமுள்ள அயொடினை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும். பொட்டாசியம் அயொடைடில் நனைக்கப்பட்ட ஸ்டார்ச்சுக் காகிதத்திலிருந்து (iodised starch paper) அயொடினை விலக்கி அக்காகிதத்தை நீல நிறமாக மாற்றும். இந்தச் சோதனை, குளோரினைக் கண்டறிய முக்கியச் சோதனையாகும்.

குளோரின்—உபயோகங்கள்: நீரில் உள்ள விஷக்கிருமிகளைக் கொல்வதற்குத் தொற்று நீக்கியாக குளோரின் உதவுகிறது. பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, சோடியம் குளோரேட்டு, சலவைத் தூள், குளோரோபாரம், பாதரசத்தின் குளோரைடுகள் போன்ற ரசாயனப் பொருள்கள் தயாரிக்க இது உதவும். யுத்த சமயங்களில் இந்த வாயுவை விரோதிகளின்மேல் விஷவாயுவாகச் செலுத்தி அவர்களை முறியடிக்கவும் இதைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

சலவைத் தூள் தயாரித்தல்: மரப் பலகைகளால் தடுக்கப்பட்ட அலமாரியில் நீற்றின சுண்ணும்புக் கட்டிகளை வைத்து அவைகளின் மேல் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தினால், அவை குளோரினை உறிஞ்சிக் கொண்டு சலவைத் தூளாக மாறும். சலவைத் தூளானது கால்சியம் குளோரோ-ஹைபோ-குளோரைட்டு என்ற ரசாயனப் பெயரால் அழைக்கப்படும்.

சலவைத் தூளின்மேல் கார்பன்-டை-யாக்ஸைடு கரைந்த நீர், எலுமிச்சம் பழச்சாறு, போன்ற பலவீனமான அமிலங்கள்

சேர்க்கப் பட்டாலும் கூட அதனின்று குளோரின் வெளியாகும். சோதனைச் சாலையில் நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக அமிலம் அல்லது நீர்த்த கந்தக அமிலம் சேர்த்துக் குளோரினை வெளிப் படுத்தலாம். ஆகவே, சலவைத் தூள் முரட்டுத் துணிகளைச் சலவை செய்ய உதவும். சலவைத் தூள் கரைக்கப்பட்ட நீரில் துணிகளை ஊற வைத்துப் பின்னர் அத் துணிகளை நீர்த்த அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட நீரில் தோய்த்தால், குளோரின் வெளி யாகித் துணிகளில் உள்ள அழுக்கைப் போக்கிவிடும். சலவைத் தூளுடன் கோபல்ட்டு ஆக்ஸைடு அல்லது கோபல்ட்டு உலோக உப்புக்களைச் சேர்த்துக் காய்ச்சினுல் ஆக்ஸிஜன் வெளி யாகும்.

சலவை செய்வதற்கும், குடிக்கும் தண்ணீரில் உள்ள விஷக் கிருமிகளைக் கொல்வதற்கும், கக்கூசுகள், சாக்கடைகள், குதிரை லாயங்கள், நோயாளிகள் இருக்கும் அறைகள் போன்ற இடங் களில் தொற்று நீக்கியாகத் தெளிக்கவும் சலவைத்தூள் உதவும்.

குறிப்பு: நீற்றின சுண்ணும்பைப் பால் போன்று நீரில் கலக்கி, அதனுள் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்திஞல், சலவைத் திரவம் (bleaching liquor) உண்டாகும். இதுவும் சலவைத் தூள் போன்று தொற்று நீக்கியாகவும், சலவை செய் யவும் உதவும்.

குளோரினைக் கொண்டு துணிகளைச் சலவை செய்வதால், துணிகள் கிழிந்து விடும் என்று அறிந்தோம். குளோரின், துணியில் உள்ள மெல்லிய நார்களைத் தாக்கி அவைகளை அறுத்து விடும். ஆகவே குளோரின் அல்லது சலவைத் தூளைச் சலவை செய்ய உபயோகித்தால் சலவை செய்தவுடன் துணியில் தங்கி இருக்கும் அதிகப்படியான குளோரினை உடனே நீக்கிவிட வேண்டும். குளோரினுடன் ரசாயனச் சேர்க்கை செய்து அதன் குணத்தை முறிக்கக் கூடிய பொருள்களை **ஆன்டி-குளோர் அல்லது குளோரின் நீக்கி** (anti-chlor) என்பர். சோடியம் சல்பைட்டு, சோடியம் தயோ சல்பேட்டு, கந்தக-டை-யாக்ஸைடு போன்ற பொருள்கள் ஆன்டி-குளோராக உபயோகிக்கப்படும்.

சோடியம் குளோரேட்டும், பொட்டாசியம் குளோரேட்டும்:

உஷ்ணமான அடர்ந்த சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலினுள் குளோரின் வாயுவைச் செலுத்தினுல், சோடியம் குளோரேட்டு என்ற உப்பும், சோடியம் குளோரைடு என்ற உப்பும் உண்டாகும். அதே போல் பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலினுள் குளோரினைச் செலுத்தினுல் பொட்டாசியம் குளோரைடும், பொட்டாசியம் குளோரேட்டும் உண்டாகும்.

சோடியம் குளோரேட்டு, பயிர்களில் ஏற்படும் களைகளை அழிக்கவும் (weed-killer), பொட்டாசியம் குளோரேட்டு தயாரிக்கவும் உதவும்.

பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, தீக்குச்சிகள் தயாரிக்கவும், வாணங்கள் வெடிகள் மத்தாப்புகள் முதலியன செய்யவும், சோதனைச் சாலையில் ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கவும், சாயம் ஏற்றும் தொழில் செய்யவும், உபயோகிக்கப்படுகிறது.

அயொடின் : இது திட ரூபத்தில் இருக்கும் அலோக மூலகம். இது குளோரின் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. தயாரிக்கும் விதத்திலும் குணங்களிலும் இது குளோரினை ஒத்திருக்கிறது. கடல் பூண்டுகளை எரித்த சாம்பலில் பொட்டாசியம் அயொடைடு என்னும் உப்பு காணப்படும்.

பொட்டாசியம் அயொடைடு உடன், சம அளவு மங்கனீசு டை யாக்ஸைடைக் கலந்து, அக்கலவையுடன் அடர் கந்தக அமிலம் சேர்த்துக் காய்ச்சினுல் அயொடின் வெளியாகும்.

குணங்கள் : சாதாரண உஷ்ண நிலையில் அயொடின் பளபளப்பான கறுப்பு நிறப் படிகங்களாக இருக்கும். அதைக் காய்ச்சினுல் ஊதா நிற ஆவியாக மாறிப் பதங்கமாகும். அயொடின் என்ற கிரேக்கப் பதத்திற்கே 'ஊதா' என்பது பொருள். அயொடின் நீரில் கரையாது; ஆல்கஹாலிலும், ஈதரிலும், கார்பன்-டை-சல்பைடிலும் கரையும். அயொடின் கரைக்கப்பட்ட ஆல்கஹாலின் கரைசலைத்தான் '**டிஞ்ச்சர் அயொடின்**' என்பர். பொட்டாசியம் அயொடைடு கரைக்கப் பட்ட நீரிலும் அயொடின் கரையும்.

உபயோகம் : அயொடோபாரம், அயொடின் டிஞ்ச்சர் முதலிய மருந்துகள் தயாரிக்கவும், பொட்டாசியம் அயொடைடு

தயாரிக்கவும், அயொடின் சேர்க்கப்பட்ட ஊசி மருந்துகள் தயாரிக்கவும், அனிலீன் சாயங்கள் தயாரிக்கவும் அயொடின் உதவும். அயொடின் கரைசல்கள் ஸ்டார்ச்சுடன் நீல நிறத்தை உண்டாக்குவதால், ஸ்டார்ச்சு ஒரு பொருளில் இருக்கிறதா என்று சோதிக்கவும், அயொடின் உதவுகிறது.

கேள்விகள்

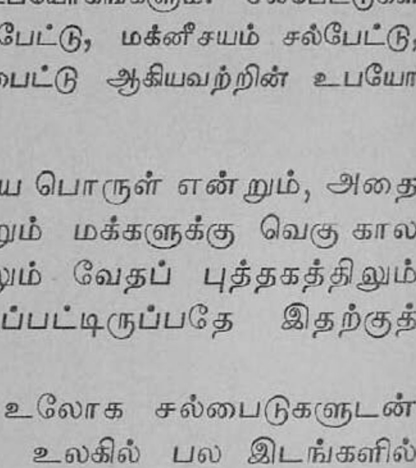
1. சாதாரண உப்பின் ரசாயனப் பெயர் என்ன? அது இயற்கையில் எவ்விதங்களில் கிடைக்கிறது? அது எவ்விதம் அதிக அளவில் எடுக்கப்படுகிறது?
2. சாதாரண உப்பின் உபயோகங்களைக் கூறுக.
3. 'Table salt' என்பது என்ன? அதை எவ்விதம் மாதிரிக்குச் சிறிதளவு தயாரிப்பாய்?
4. ஆராய்ச்சிச் சாலையில் குளோரின் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது? அதற்கு நீ உபயோகப்படுத்தும் உபகரணத்தின் அமைப்பைக் காட்டும் படம் வரைக.
5. குளோரினின் முக்கியமான ரசாயன குணங்களைத் தகுந்த உதாரணங்களுடன் எடுத்துக் காட்டுக.
6. குளோரின், நிறங்களை எப்படி நீக்குகிறது?
7. சலவைத் தூள் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது? அதை எவ்விதம் சலவை செய்ய உபயோகிப்பாய்?
8. குளோரினின் முக்கிய உபயோகங்களைக் கூறுக.
9. பொட்டாசியம் குளோரேட்டும், சோடியம் குளோரேட்டும் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகின்றன? அவை ஒவ்வொன்றின் உபயோகங்களில் இரண்டைக் கூறுக.
10. அயொடினைக் கரைக்கக் கூடிய திரவங்களில் மூன்று கூறுக. அயொடினின் உபயோகங்களில் சிலவற்றைக் குறிப்பிடுக.
11. "ஆன்டிகுளோர்", என்றால் என்ன? இரண்டு உதாரணங்கள் தருக.

7. கந்தகமும் அதன் சேர்க்கைப் பொருள்களும்

(கந்தகம் தயாரித்தல், சுத்தம் செய்தல், உபயோகங்கள். கந்தக டை-ஆக்ஸைடு தயாரித்தலும் குணங்களும் உபயோகங்களும். சல்பேட்டுகள்—அமோனியம் சல்பேட்டு, தாமிர சல்பேட்டு, மக்னீசயம் சல்பேட்டு, படிகாரம், ஹைப்போ, சோடியம் சல்பைட்டு ஆகியவற்றின் உபயோகங்கள்.)

கந்தகம் தீப்பற்றி எரியக் கூடிய பொருள் என்றும், அதை மருந்தாக உபயோகிக்கலாம் என்றும் மக்களுக்கு வெகு காலமாகவே தெரியும். புராணங்களிலும் வேதப் புத்தகத்திலும் கந்தகத்தைப் பற்றிக் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பதே இதற்குத் தகுந்த சான்று ஆகும்.

கந்தகம் தனித்த நிலையிலும், உலோக சல்பைடுகளுடன் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருளாகவும், உலகில் பல இடங்களில் கிடைக்கிறது. இத்தாலி, சிசிலி, ஜப்பான் போன்ற எரிமலைப் பிரதேசங்களுக்குப் பக்கத்தில் தனி கந்தகத்தை உடைய கந்தகக் கற்களாகவும், தீக் கற்களாகவும் இது கிடைக்கிறது. இந்தக் கற்களிலிருந்துதான் கந்தகம் எடுக்கப்பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது.

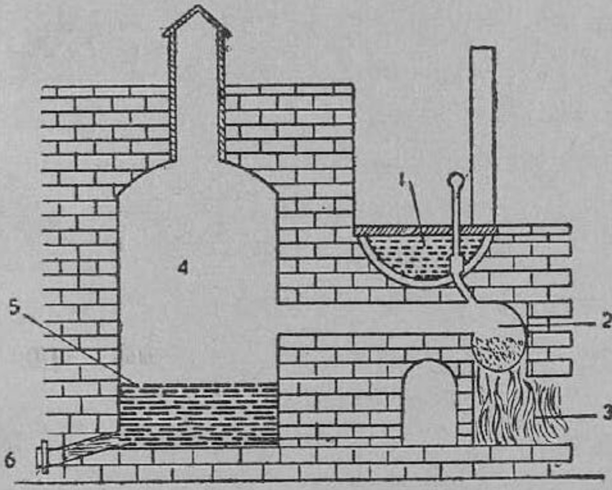


படம் 16. கந்தகச் சூளை
1. கந்தகம் கலந்துள்ள மண் கட்டிகள் 2. உருகிய கந்தகம்

கந்தகக் கற்களைப் படை படையாக ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக ஒரு சரிவான பரப்பில் அடுக்கித் தீமூட்டுவார்கள். சிறிதளவு கந்தகத் தாது தீப்பற்றி எரியும். அந்த உஷ்ணத்தில் மிகுதி தாதுவிலுள்ள கந்தகம் உருகித் திரவமாக ஓடி, சரிவின் கீழே வைக்கப்பட்டுள்ள பாத்திரங்களில் வடியும். இந்த அமைப்புக்குக் **கந்தகச் சூளை** (calcaroni) என்று பெயர். இந்தக்

கந்தகம் சுத்தமாயிராது. இதைப் **பண்படாக் கந்தகம்** (crude sulphur) என்பர்.

பண்படாக் கந்தகத்தை இரும்பு வாலைகளில் வைத்துக் காற்றுப் படாமல் மூடிக் காய்ச்சுவார்கள். கந்தகம் கொதித்து ஆவியாகி. வாலையிலிருந்து செங்கல் சுவர்களால் ஆகிய அறையை அடையும்; அங்கு, அறையின் சுவர்களில் மிருது



படம் 17. கந்தகத்தைச் சுத்தம் செய்தல்

1. உருகின அசுத்த கந்தகம் 2. வாலை,
3. அடுப்பு, 4. கந்தக ஆவி குளிரும் அறை
5. உருகின சுத்த கந்தகம் 6. உருகின சுத்த கந்தகம் வெளியேறும் வழி

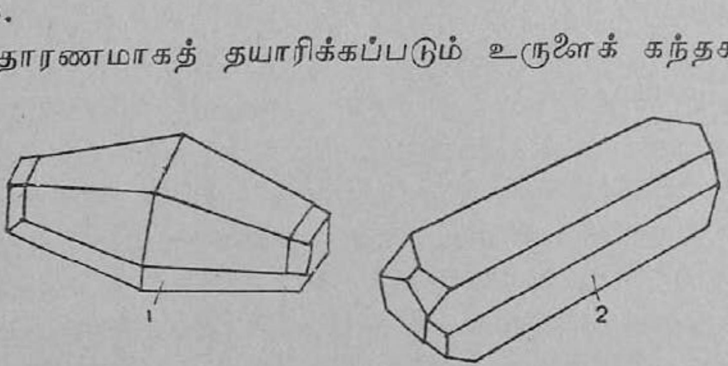
வான கந்தகப் பொடியாக உறையும். இதைக் **கந்தகத் தூள்** என்பர். அதே அறையின் தளத்தில், உருகிய கந்தகம் திரவமாக நிற்கும். இதை ஒரு திறப்பின் வழியே உருளை வடிவ அச்சுக் களில் வார்த்து **உருளை கந்தகம்** (roll sulphur) ஆக எடுப் பார்கள்.

தற்காலத்தில் அமெரிக்காவில் உள்ள லூயிசியானா, டெக் ஸாஸ் போன்ற இடங்களில் பூமிக்கடியில் சுமார் 800 அடி ஆழத் திற்குக் கீழே கந்தகப் படுகை காணப்படுகிறது. கந்தகம் இருக்கும் இடம் வரை நீண்ட குழாய்களைப் பூமிக்குள் செலுத்துவார்கள். இவை ஒன்றுக்குள் ஒன்று செலுத்தப்

பட்ட மூன்று பொது மையக் குழாய்களாகும். இவைகளில் ஒரு குழாயின் வழியாக அதிக அழுத்தத்தில் உள்ள நீராவியைச் செலுத்துவார்கள். அதனுல் கீழேயிருக்கும் படுகையிலுள்ள கந்தகம் உருகித் திரவமாகும். அப்பொழுது இரண்டாவது குழாயின் வழியாய் அதிக அழுத்தத்திலுள்ள காற்றைச் செலுத்துவார்கள். அக் காற்றின் அழுத்தத்தால் மூன்ருவது குழாயின் வழியாய் கந்தகத் திரவம் மேல் நோக்கி ஏற்றப்பட்டு பூமி மட்டத்தை அடையும். இந்தக் கந்தகம் பெரும்பாலும் சுத்த கந்தகமாக இருக்கும்.

கந்தகம் மூன்று வெவ்வேறு உருவங்களைக் கொள்ளக் கூடியது. இந்த மூன்று வகைக் கந்தகமும் ஒரே ரசாயன குணத்தைக் கொண்டவை. இவை உருவத்திலும், சில பௌதிக குணங்களிலுமே வேற்றுமைப் படுகின்றன. இவ்விதத் தன்மையை ரசாயன சாத்திரத்தில் **புற வேற்றுமை** என்பர். கந்தகம், கார்பன், பாஸ்வரம் ஆகிய மூலகங்களுக்குப் புற வேற்றுமை காட்டும் குணம் உண்டு. கந்தகமானது (1) சாய் சதுரக் கந்தகம் (எட்டுப் பட்டை கந்தகம்), (2) ஊசிக் கந்தகம், (3) களிக் கந்தகம் என மூன்று வகைகளில் தயாரிக்கப் படலாம்.

சாதாரணமாகத் தயாரிக்கப்படும் உருளைக் கந்தகத்தைத்



படம் 18. கந்தகப் படிகங்கள்
1. சாய் சதுரக் கந்தகம் 2. ஊசிக் கந்தகம்

தூள் செய்து கார்பன்-டை-சல்பைடு திரவத்தில் கரைத்து, பின்னர் அந்தக் கரைசலைத் தானுக ஆவியாகும்படி செய்தால், கரை

சலின் அடியில் எட்டுப் பட்டை வடிவத்தில் படிகமாக இருக்கும் சாய்சதுரக் கந்தகம் கிடைக்கும்.

உருளைக் கந்தகத் தூளை ஒரு பீங்கான் குகையில் இலேசாக உருக்கிக் குளிர விட்டால், அதன் மேல் ஓர் ஏடு படியும். அந்த ஏட்டில் துளை செய்து, உள்ளிருக்கும் கந்தகத் திரவத்தைக் கீழே ஊற்றிவிட்டு, குகையிலுள்ள துளையினுள் பார்த்தால், நீண்ட ஊசி போன்ற படிக வடிவத்தில் கந்தகம் உண்டாகி இருப் பதைப் பார்க்கலாம்.

ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் உருளை கந்தகத்தைப் பொடி செய்து நிரப்பி, அதைக் கொதிநிலை அடையும்வரை காய்ச்சு. கந்தகம் கொதிக்கும்பொழுது, இடுக்கியால் பீங்கான் கிண்ணத் தைப் பிடித்து எடுத்து, அதிலுள்ள கந்தகத்தைக் குளிர்ந்த நீருள்ள பாத்திரத்தில் ஊற்று. நீருக்கடியில் கரும்பழுப்பு நிற முள்ள, இலாஸ்டிக் தன்மையுள்ள பிசுபிசுப்பான **களிக்கந்தகம்** கிடைக்கும். இக்கந்தகம் கார்பன்-டை-சல்பைடில் கரையாது. இதை அப்படியே சில நாட்கள் திறந்தபடி வைத்திருந்தால், தானுகவே சாய்சதுர கந்தகமாக மாறிவிடும்.

கந்தகத்தின் குணங்கள் : கந்தகம் மஞ்சள் நிறமான படிகவடிவ முடைய திடப்பொருள். அது உஷ்ணத்தையும், மின்சாரத்தையும் கடத்தாது. அது நீரில் கரையாது; டர்பன் டைனிலும், ஈதரிலும் சிறிதளவு கரையும். கார்பன்-டை-சல் பைடில் தாராளமாகக் கரையும். கந்தகத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் காய்ச்சினுல் அது மஞ்சள் நிறமான திரவமாக இளகும். இன்னும் காய்ச்சப்பட்டால் முறையே, ஆரஞ்சு, சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு நிறங்களை அடைந்து, கடைசியில் கறுப்பு நிற முள்ள பாகுபோன்ற பொருளாகும். அதற்கு மேலும் காய்ச் சினுல், மீண்டும் இளகிக் கொதித்து, கந்தக ஆவியைக் கொடுக் கும். இந்த ஆவியைக் குளிர வைத்தால் நாம் மேலே சொல்லிய மாறுதல்களைக் கிரமமாய் இறங்கு வரிசையில் அடைந்து, கடைசியில் மஞ்சள் நிறமான கந்தமாக உறையும். ஆகவே, இது ஒரு பௌதிக மாறுதலாகும். ஆனுல் கந்தகத்தை ஓர் எரி கரண்டியில் வைத்து ஸ்பிரிட்டு விளக்கில் காட்டி எரித்தால்,

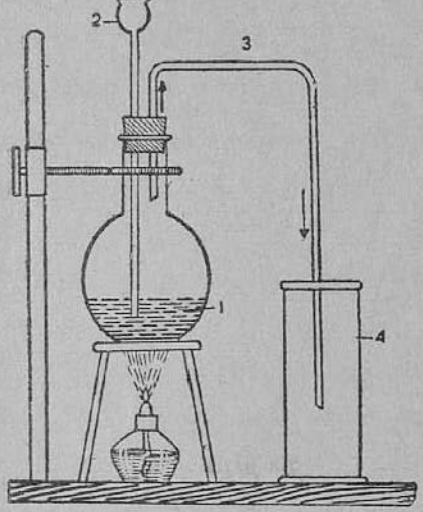
அது மங்கலான நீல நிறச் சுவாலையுடன் எரிந்து, மூச்சைத் திணறச் செய்யும் கந்தக-டை-யாக்ஸைடு வாயுவாக மாறும். இது ஒரு ரசாயன மாறுதல். கந்தகம் எல்லா உலோகங்களுடன் ரசாயனச் சேர்க்கை செய்து அவைகளின் சல்பைடுகளைக் கொடுக்கும்.

கந்தகத்தின் உபயோகங்கள்: தீக்குச்சி செய்யும் தொழிலிலும், வெடிமருந்து வாணங்கள் மத்தாப்புகள் முதலியன செய்யும் தொழிலிலும் கந்தகம் உபயோகமாகிறது. கிருமிகளைக் கொல்லும் குணம் இருப்பதால், கந்தகத்தைத் தொற்று நீக்கியாக நோயாளிகள் தங்கி இருந்த அறைகளில் எரிப்பார்கள். பயிர்களில் உண்டாகும் புழுக்களையும், பூச்சிகளையும் கந்தகக் கரைசலைத் தெளித்து நீக்குவார்கள். கந்தக மெழுகுகளும், கந்தக சோப்புகளும் முறையே சிரங்குகளைப் போக்கவும், சரும வியாதிகளை நீக்கவும் உபயோகிக்கப்படும். ரப்பர் கெடாமல் இருக்க, அதனுடன் கந்தகத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி 'வல்கனைஸ்' செய்வார்கள். இவ்வாறு வல்கனைஸ் செய்யப்பட்ட ரப்பர், சக்கரங்கள், டயர்கள் முதலியன செய்ய உதவும். கந்தகத்தை ரப்பருடன் அதிக அளவில் சேர்த்துக் காய்ச்சி எபொனைட்டு என்ற பொருள் தயாரிப்பார்கள். இது மின்சார சுவிச்சுகள், பவுண்டன் பேனுக்கள், சீப்புகள், பிடிகள் முதலியன செய்ய உதவும். சாயம் ஏற்றும் தொழிலிலும் கந்தகம் உபயோகமாகும்.

கந்தக-டை-யாக்ஸைடு (sulphur-di-oxide): கந்தகமானது எரி கரண்டியில் எரிக்கப்பட்டால் அது காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து கந்தக-டை-யாக்ஸைடு என்ற வாயுவாக மாறும் என அறிந்தோம். ஆனால் இம்முறைப்படி கந்தக-டை-யாக்ஸைடு சோதனைச் சாலையில் தயாரிக்கப்படுவதில்லை.

சோதனைச் சாலையில் கந்தக-டை-யாக்ஸைடு தயாரித்தல்: ஹைடிரஜன் குளோரைடு தயாரிப்பதற்கு நாம் அமைத்துக்கொண்ட உபகரணம் மாதிரி, இதற்கும் நாம் ஓர் உபகரணத்தை அமைத்துக் கொள்வோம். கண்ணாடிக் குடுவையில் ஒரு கைப்பிடி அளவு தாமிரத் தூளை வைத்து, திசல்

புனலின் வழியாய்த் தாமிரத் தூள் முழ்கும் அளவிற்கு அடர் கந்தக அமிலத்தை ஊற்றிக் குடுவையை உஷ்ணப்படுத்துவோம். தாமிரம் அமிலத்தில் கரைந்து நீல நிறமான கரைசலாகிறது. அதேசமயம் ஒரு நிறமற்ற வாயு வெளியாகி, காற்றை மேல்முகப் பெயர்ச்சி செய்துகொண்டு வாயு ஜாடியினுள் சேருகிறது. இவ் விதம் ஐந்து அல்லது ஆறு ஜாடி களில் இந்த வாயுவைச் சேகரித்து வைத்துக்கொள்வோம்.



படம் 19. கந்தக டை-ஆக்ஸைடு வாயு தயாரித்தல்
1. அடர் கந்தக அமிலம் + தாமிரம், 2. புனல், 3. போக்கு குழாய் 4. வாயு ஜாடி

கிரியை :

தாமிரம் + கந்தக அமிலம் (அடர்) → தாமிர சல்பேட்டு (மயில்துத்தம்) + நீர் + கந்தக-டை-யாக்ஸைடு ↑

குணங்கள் : கந்தக-டை-யாக்ஸைடு ஒரு நிறமற்ற வாயு; மூச்சைத் திணற வைக்கும் மண முள்ளது. இது காற்றைவிடக் கனமானது. இது நீரில் சுமாராய்க் கரையும். இது நீல லிட்மஸ் காகிதத்தைச் சிவப்பாக மாற்றும். ஆகவே இது அமில குண முள்ளது எனத் தெரிகிறது. இது நீரில் கரைந்தால், கந்தக அமிலம் (sulphurous acid) உண்டாகும். கந்தக-டை-யாக் ஸைடு ஒரு நிறம் நீக்கி. ஈரமான மலர்கள், சாயங்கள் இவை களைத் தம் நிறம் நீங்கி வெளுக்கச் செய்யும். ஆனால் இந்த வாயுவின் சலவை, நிரந்தரமானது அல்ல. நிறம் நீக்கப்பட்ட பொருள்களின்மேல் காரங்களைச் சேர்த்தால், பழைய நிறம் திரும்பவும் வந்துவிடும். இவ்வாயு தானும் தீப்பற்றி எரியாது; தன்னுள் பிறபொருள்களையும் எரியவிடாது. ஆனால் மகனீ சயம், பாஸ்வரம் போன்ற பொருள்கள் இதனுள் எரிந்து தம்

தம் ஆக்ஸைடுகளாகி, கந்தகத்தூளை இடப் பெயர்ச்சி செய்யும். ஆதலால் இந்த வாயு கந்தகமும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்தது என அறியலாம். இந்த வாயு **ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி** (reducing agent); அதாவது ஆக்ஸிஜனைத் தம் அமைப்பில் பெற்றுள்ள பொருள் களிலிருந்து தான் ஆக்ஸிஜனைப் பெற்று அவைகளை ஒடுக்கி விடும். ஆகவே, இது பொட்டாசியம் பரமாங்கனேட்டுக் கரை சலை அதன் ஊதா நிறம் நீங்கி, வெளுக்கச் செய்யும். ஆரஞ்சு நிறமுள்ள பொட்டாசியம் டை-குரோமேட்டுக் கரைசலை (அல்லது டைகுரோமேட்டுத் தாளை) பச்சை நிறமுள்ளதாக மாற்றும். இது கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயுவுக்கு முக்கிய சோதனையாகும் (test for sulphur dioxide).

உபயோகங்கள் : இந்த வாயு கந்தக அமிலம் தயாரிக்க அதிகம் உபயோகப்படுகிறது. இது காகிதம், பட்டு, கம்பளம் இவைகளைச் சலவை செய்யவும் உதவும்; தொற்று நீக்கியாகவும் உபயோகிக்கப்படும். சோடியம் சல்பைட்டு தயாரிக்கவும், குளிர்ச்சி அறைப் பெட்டிகளில் திரவ அம்மோனியாவிற்குப் பதிலாகவும், இது உதவும். குளோரினைக் கொண்டு சலவை செய்த பிறகு, இந்த வாயுவை 'ஆன்டி குளோர்' ஆக உபயோகிப் பதும் உண்டு.

சோடியம் சல்பைட்டு (sodium sulphite): கந்தக-டை-யாக்ஸைடு வாயுவைச் சோடா எரிகாரக் கரைசலினுள் செலுத்தினுல் சோடியம் சல்பைட்டு உண்டாகும். இது சோடியம் தயோ சல்பேட்டு தயாரிக்கவும், 'ஆன்டி குளோராகவும்' உதவும்.

சோடியம் தயோ சல்பேட்டு (sodium thiosulphate): சோடியம் சல்பேட்டுக் கரைசலுடன், கந்தகத் தூளைச் சேர்த்துச் சிறிது நேரம் கொதிக்கவிடு. பிறகு கரைசலை வடிகட்டி, கந்தகத்தை நீக்கு. பின்னர், அக்கரைசலைப் படிகமாக்கினுல், கண்ணுடி போன்று நிறமற்றிருக்கும் சோடியம் தயோ சல் பேட்டுப் படிகங்கள் கிடைக்கும். இவை சிறிது ஈரக்கசிவாய் இருக்கும். சோடியம் தயோ சல்பேட்டு, புகைப்படம் எடுக்கும் தொழிலில் புகைப்படத்தை நிலைப்படுத்த உதவும். ஆன்டி

குளோராகவும் இதை உபயோகிப்பதுண்டு. இதை வியாபார உலகில் ஹைப்போ என்று அழைப்பர்.

சில சல்பேட்டுகளும், அவைகளின் உபயோகங்களும் :

குறிப்பு : [கந்தக அமிலத்திலிருந்து பிறக்கும் உப்புக்களை சல்பேட்டுகள் என்பர்.]

அம்மோனியம் சல்பேட்டு : நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்து 'கரி ஆவி' (coal gas) தயாரிக்கும்போது அம்மோனியா திரவம் (உடன் விளைவாகக்) கிடைக்கிறது. அந்த அம்மோனியா திரவத்துடன் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் அம்மோனியம் சல்பேட்டு கிடைக்கும். இது பயிர்களுக்கு உரமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

தாமிர சல்பேட்டு : இதன் ரசாயனப் பெயர் காப்பர் சல்பேட்டு. தாமிரத்தையோ அல்லது தாமிர ஆக்ஸைடையோ கந்தக அமிலத்தில் கரைத்து, அந்தக் கரைசலைப் படிகமாக்கினால் நீல நிறப் படிகங்களாகத் தாமிர சல்பேட்டு கிடைக்கும். இப்படிகத்தைக் காய்ச்சினால் தன்னிடமுள்ள படிக நீரை இழந்து, வெண்மையாகிவிடும்; தன் வடிவத்தை இழந்துவிடும்.

இது தாமிர மின்சார முலாம் பூசவும், மின்சார அச்சு எடுக்கவும், டேனியல் மின்கலங்கள் செய்யவும், கிருமி கொல்லியாகவும், காளான்களை அழிக்கவும் உதவும். இதை நீற்றின சுண்ணம்புக் கரைசலுடன் கலந்து 'போர்டோக் கலவை,' என்ற பெயரில் பயிர்களில் உண்டாகும் சில கிருமிகளைக் கொல்ல உபயோகிக்கப்படுகிறது. சாயம் ஏற்றும் தொழிலில் நிறம் நிறுத்தி (mordant) ஆகவும் உபயோகமாகும்.

மக்னீசயம் சல்பேட்டு : இதை வியாபார உலகில் **எப்சம் உப்பு** (epsom salt) என்று அழைப்பர். இங்கிலாந்தில் எப்சம் என்ற இடத்தில் உள்ள இயற்கை நீர் ஊற்றுக்களில் இந்த உப்பு காணப்படுவதால், இதற்கு இப்பெயர் வந்தது. மக்னீசயம் கார்பனேட்டை, நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் கரைத்தும் இந்த உப்பைப் படிகமாகத் தயாரிக்கலாம். இது பேதி மருந்தாகவும், சாயம் ஏற்றும் தொழிலிலும் உயோகமாகும்.

படிகாரம் (alum): இதன் ரசாயனப் பெயர் **பொட்டாசியம் அலுமினியம் சல்பேட்டு.** இது ஓர் இரட்டை சல்பேட்டு ஆகும். ஆகவே இதை இரட்டை உப்பு (double salt) என்பர். பொட்டாசியம் சல்பேட்டின் பூரிதக் கரைசல், அலுமினியம் சல்பேட்டின் பூரிதக் கரைசல் இரண்டையும் கலந்து படிகமாக்கினுல், இரண்டு உப்புக்களும் சேர்ந்து ஒரே படிகமாக வெளிவரும். அதைத்தான் **படிகாரம்** என்பர். பொட்டாசியம் சல்பேட்டிற்குப் பதிலாக சோடியம் சல்பேட்டை எடுத்துக் கொண்டாலும் படிகாரம் உண்டாகும். அதைச் 'சோடாப் படிகாரம்' என்பர். அலுமினியம் சல்பேட்டுக்குப் பதிலாக, குரோமியம் சல்பேட்டை உபயோகித்தால் **குரோம்-படிகாரம்** கிடைக்கும்.

படிகாரத்தைக் காய்ச்சினுல் அது படிகநீரை இழந்து நெல் பொரி போன்று பூரிக்கும். அதை இளக்கி (flux) யாக உபயோகிப்பார்கள். படிகாரத்திற்கு கிருமிகளேக் கொல்லும் குணம் உண்டு. ஆகையால் 'ஆன்டிசெப்டிக்' ஆகவும், வாய்ப்புண்களுக்குக் கொப்பளிக்கும் மருந்தாகவும், கண்வலி மருந்தாகவும் உபயோகிப்பார்கள். வியாபாரத் துறையில் படிகாரம் சாயம் ஏற்றும் தொழிலில் நிறம் நிறுத்தி (mordant) ஆகவும், தீப்பிடிக்காத துணிகள் (fire-proof cloth) செய்யவும் உபயோகமாகும். குடிக்கும் தண்ணீரைச் சுத்தப்படுத்தும் இடங்களில், நீரில் படியாமல் மிதக்கும் வண்டல்களேப் படியச் செய்ய படிகாரக் கரைசலில் சிறிதளவை நீருடன் சேர்ப்பது வழக்கம்.

கேள்விகள்

1. கந்தகத் தாது எவ்விடங்களில் கிடைக்கிறது? அது எவ்விதம் எடுக்கப்பட்டு, சுத்தம் செய்யப்படுகிறது?
2. கந்தகத்தின் உபயோகங்களேக் கூறுக.
3. கந்தகம் ஒரு குழாயில் காய்ச்சப்பட்டால் அது அடையும் மாற்றங்களே விவரி.
4. சோதனேச் சாலேயில் கந்தக டை-யாக்ஸைடு தயாரிக்கப்படும் விதத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.

5. கந்தக டை யாக்ஸைடின் முக்கிய ரசாயன குணங்களைத் தகுந்த உதாரணங்களுடன் கூறுக.

6. கந்தக டை யாக்ஸைடின் உபயோகங்களைக் கூறுக.

7. பின்வரும் பொருள்கள் தயாரிக்கப்படும் விதத்தையும், ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு முக்கிய உபயோகத்தையும் எழுதுக:

(1) மயில்துத்தம் (2) படிகாரம் (3) எப்சம் உப்பு (4) சோடியம் தயோ சல்பேட்டு (5) சோடியம் சல்பைட்டு (6) அம்மோனியம் சல்பேட்டு.

8. பாஸ்வரம்

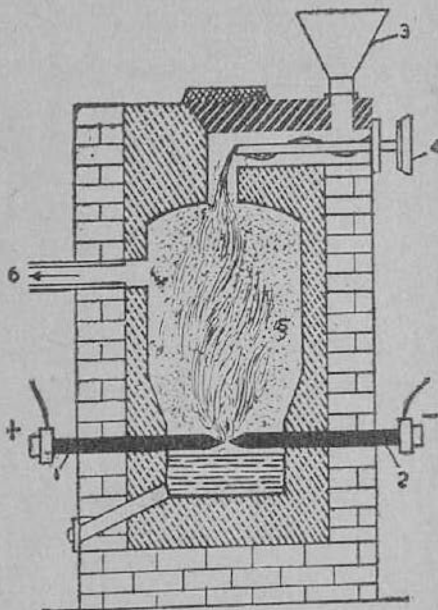
(மஞ்சள், சிவப்பு பாஸ்வரங்களின் குண வேறுபாடுகள். காப்புத் தீக்குச்சிகள் செய்வதில் உபயோகம். பாஸ்வேட்டுகள், உப பாஸ்வைட்டுகள் ஆகியவற்றின் உபயோகங்கள்.)

தேக நூலில் உணவைப் பற்றி படிக்கும் பொழுது, தேகத்திலுள்ள எலும்புகளின் வளர்ச்சிக்குப் பாஸ்வேட்டு உப்புக்கள் தேவை என அறிந்தோம். பாஸ்வரச் சத்தானது எலும்புகளையும், நரம்புகளையும் திடப்படுத்துகிறது. அந்தப் பாஸ்வரம் எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது என்று இப்பாடத்தில் அறிந்து கொள்வோம்.

பிராணிகளின் எலும்புகளை எரித்தால், அவைகளின் சாம்பலில் கால்சியம் பாஸ்வேட்டு என்ற உப்பு காணப்படும். இந்த உப்பிலிருந்துதான் மின்சார உலையில் மின்சக்தியின் துணைகொண்டு பாஸ்வரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பாஸ்வரம் எடுப்பதற்கு உபயோகப்படும் மின் உலையின் அமைப்பைப் படத்தில் பார்.

கால்சியம் பாஸ்வேட்டு, மணல், கல்கரி மூன்றும் மின்உலையில் போடப்பட்டு, அக்கலவையினுள் மின்ஓட்டம் செலுத்தப்படும். அப்பொழுது மிக அதிகமான உஷ்ணம் உண்டாகிறது. உலையின் உஷ்ண நிலை சுமார் 2000°C முதல் 2500°C வரை உயருகிறது. அப்பொழுது கால்சியம் பாஸ்வேட்டிலிருந்து, கால்சியம் பிரிந்து, மணலுடன் சேர்ந்து, கால்சியம் சிலிக்கேட்டு என்ற மிதவைக் கசடாகி (slag), உலையில் உருகி நிற்கும் திரவத்தின்

மேல் மிதக்கும். கால்சியம் பாஸ்வேட்டிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் கல் கரியுடன் எரிந்து கார்பன்-டை-யாக்ஸைடாகும். பாஸ்வரம் ஆவியாகி இந்த வாயுடன் வெளி வரும். இதை ஒரு குழாயின் வழியாய் நீருக்குள் செலுத்தி பாஸ்வரத்தை இறுகச் செய்வார் கள். இப்படிக் கிடைப்பது மஞ் சள் (வெள்ளை) பாஸ்வரமாகும். இது அசுத்தமாக இருக்கும். இந்தப் பாஸ்வரத்தைக் காற்றுப் படாமல் திரவமாக இளக்கி, மலை யாட்டுத் தோலில் ஊற்றிப் பிழிந்து, வடிகட்டினால் அதி லுள்ள அசுத்தங்கள் பெரும் பாலும் நீக்கப்படும்.



படம் 20. பாஸ்வரம் தயாரித்தல்
1, 2. கார்பன் தண்டுகள்
3. தாதுக் கலவையை உள்ளே போடும் வழி, 4. திருகு, 5. உலையினுள் தாதுக்கலவை, 6. பாஸ்வர ஆவி வெளியேறும் வழி

பாஸ்வரத்தின் புற வேற்றுமை: பாஸ்வரத்தில் (1) மஞ்சள் அல்லது வெள்ளை பாஸ்வரம், (2) சிவப்புப் பாஸ்வரம் என இரு வகை உண்டு. இவை இரண் டும் ரசாயன குணத்தைப் பொறுத்தமட்டில் ஒன்றுதான். இரண்டு வகையிலும் சம எடை எடுத்து, ஆக்ஸிஜனில் எரித்தால், இரண்டும் ஒரே எடையுள்ள பாஸ்வர பென்ட ஆக்ஸைடைக் கொடுப்பதிலிருந்து இதை நாம் அறியலாம். ஆனால் இந்த இருவகைகளுக்குள் சில வேற்றுமை களும் இருக்கின்றன. இவைகளைக் கீழே உள்ள அட்டவணையில் காணலாம்:

மஞ்சள் (வெண்மை) பாஸ்வரம்	சிவப்புப் பாஸ்வரம்
1. வெளுத்த மஞ்சள் நிறமுள்ள மெழுகு போன்ற பொருள்.	1. சிவப்பு நிறமுள்ளது.
2. வெள்ளைப் பூண்டின் மணமுடையது.	2. மணம் இல்லை.
3. இருட்டில் நீலநிற ஒளியை (பாஸ்வரக் காந்தி) வெளிவிட்டுப் பிரகாசிக்கும்.	3. இருட்டில் பிரகாசிக்காது.
4. கார்பன் டை சல்பைடில் கரையும்.	4. கரையாது.
5. சாதாரண உஷ்ண நிலையில் நீரைவிட்டு எடுத்தால், தீப்பற்றி எரியும்.	5. நீரில் வைக்கவேண்டியதில்லை. தானுகவே சாதாரண உஷ்ண நிலையில் எரியாது.
6. விஷ குணமுள்ளது.	6. விஷமற்றது.
7. எரிகாரக் கரைசல்களுடன் உஷ்ணப் படுத்தப்பட்டால் தீப் பற்றக்கூடிய வாயு ஒன்றை வெளி விடும்.	7. எரிகாரங்களுடன் கிரியை செய்யாது.
8. குளோரினில் தானுகவே எரியும்.	8. குளோரினில் தானுகவே எரியாது.

நாம் மஞ்சள் பாஸ்வரத்தை, காற்று நீக்கப்பட்டு, நைட்டிரஜன் அல்லது கரிஆவி நிறைந்த ஒரு குழாயினுள் வைத்துக் குழாயை மூடி அதை 250°C-க்கு மேல் உஷ்ணப்படுத்தினுல், அது சிவப்பு பாஸ்வரமாக மாறும். அதேபோல் சிவப்பு பாஸ்வரத்தை அதே போன்ற குழாயினுள் வைத்து மூடி, 250°C-க்கு மேல் உஷ்ணப்படுத்திக் குழாயை உடனே குளிரவைத்தால், அது வெள்ளை (மஞ்சள்) பாஸ்வரமாக மாறும்.

இவற்றுள் வெள்ளைப் பாஸ்வரம் காற்றின் இயைபைக் கண்டறியும் சோதனைகளிலும், தீப்பற்றி வெடிக்கும் குண்டுகள் செய்யவும் உதவும். சிவப்புப் பாஸ்வரம் எலிகளைக் கொல்ல உதவும் விஷப் பொருளாகவும், காப்புத் தீக்குச்சிகள் செய்யவும் உதவும்.

தீக்குச்சி செய்தல்

பாஸ்வரம் தீக்குச்சித் தொழிலில்தான் அதிகம் உபயோக மாகிறது. அவைகளில் இருவகை உண்டு: (1) செந் தீக்குச்சி கள் (2) காப்புத் தீக் குச்சிகள்.

செந் தீக்குச்சிகள் (lucifer matches): சில வருஷங் களுக்கு முன்னுல் இத் தீக்குச்சிகள் தயாரிக்கப்பட்டன. இந்தத் தீக்குச்சிகளின் தலையில் மஞ்சள் பாஸ்வரம், கந்தகம், பொட் டாசியம் குளோரேட்டு, வஜ்ரப் பசை சேர்ந்த குழம்பு பூசப் பட்டிருக்கும். பெட்டியின் பக்கத்தில் உப்புத் தாள் (sand paper) வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் குச்சிகளைப் பெட்டியின் பக்கத்தில் தேய்த்தால், உராய்வில் ஏற்படும் உஷ்ணத்தைக் கொண்டு, மஞ்சள் பாஸ்வரம் தீப்பற்றிக் கொள்ள, குச்சி எரியும். உண்மையில் இத் தீக்குச்சிகள் எங்குக் கிழித்தாலும் தீப்பற்றிக் கொள்ளும். அதிக வெப்பமுள்ள நாட்களில் தாமாகவே தீப் பற்றிக் கொள்ளும். ஆகவே, இவை தீ விபத்துக்களுக்குக் காரணமாயிருந்தன. தவிர, இத் தீக்குச்சிகள் விஷ குண முள்ளவை. இந்தத் தீக்குச்சி செய்வதில் ஈடுபடும் தொழிலாளர் களுக்கு ஒருவிதத் '**தாடை நோய்**' (phossy jaw) உண்டா யிற்று. ஆகவே, தற்காலத்தில் இவ்விதத் தீக்குச்சிகள் உற்பத்தி செய்வது தடை செய்யப்பட்டிருக்கிறது.

காப்புத் தீக்குச்சிகள் (safety matches): இத்தீக்குச்சி களின் பெயர்களுக்கேற்ப இவைகளால் தீமை ஒன்றும் நேருவ தில்லை; தொழிலாளர்களுக்கும் தாடை நோய் உண்டாவதில்லை.

சிவப்புப் பாஸ்வரம்தான் இந்தத் தீக்குச்சித் தொழிலில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. சிவப்புப் பாஸ்வரம் பெட்டியின் பக்கத் திலுள்ள பசையில் இருக்கிறது. அங்கு, சிவப்புப் பாஸ்வரம், கண்ணுடித் தூள், அன்டிமனி சல்பைடு, பசை இவை சேர்ந்த குழம்பு பூசப்பட்டிருக்கிறது. குச்சிகளின் நுனியில் ஆன்டிமனி சல்பைடு, கந்தகம், பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, கண்ணுடித் தூள் பசை இவை சேர்ந்த குழம்பு பூசப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் தீக்குச்சியைப் பெட்டியின் பக்கத்தில் தேய்த்தால்தான் தீப்பற்றும். குச்சியைத் தேய்க்கும்பொழுது, உராய்வினுல்

பெட்டியின் பக்கத்திலுள்ள சிவப்புப் பாஸ்வரம், பொட்டாசியம் குளோரேட்டின் உதவியால் தீப்பற்றிச் சில தீப்பொறிகளை உண்டாக்கும். அந்தப் பொறியில் குச்சியில் உள்ள கலவை தீப்பற்றி எரியும். இந்தத் தீக்குச்சிகள் தாமாகவே தீப்பற்ற முடியாது. ஆகையால் தற்காலத்தில் இவ்வகைத் தீக்குச்சிகளே செய்யப்படுகின்றன.

பாஸ்வேட்டுகள் (phosphates): மஞ்சள் பாஸ்வரம் காற்றில் எரிந்தால் பாஸ்பர பென்டாக்ஸைடு என்ற மிருது வான வெண்ணிறத் தூள் உண்டாகிறது. இந்த ஆக்ஸைடு நீரின் மேல் அதிகக் கவர்ச்சி உடையது. அது நீரில் கரைந்தால் பாஸ் வரிக அமிலம் உண்டாகும். இந்த அமிலத்திலிருந்து பிறக்கும் உப்புக்கள் **பாஸ்வேட்டுகள்** எனப்படும். பிராணிகள், தாவரங் கள் இவைகளின் வளர்ச்சிக்குப் பாஸ்வேட்டுகள் அவசிய மானவை. ஆகையால் நாம் சில பாஸ்வேட்டுகளைப் பற்றி இங்குப் படிப்போம்.

சோடியம் பாஸ்வேட்டு: பாஸ்வரிக அமிலத்துடன் சோடி யம் ஹைடிராக்ஸைடைச் சேர்த்தால், இந்தப் பாஸ்வேட்டு உண் டாகும். இது கடின நீரை மென்னீராக மாற்றவும், புகைப்படம் எடுக்கும் தொழிலிலும் உபயோகமாகும்.

டை-சோடியம் ஹைடிரஜன் பாஸ்வேட்டு: இது சாயம் ஏற்றும் தொழிலுக்கும், துணி நெசவுக்கும் உதவும்.

கால்சியம் பாஸ்வேட்டு: இது இயற்கையில் கிடைக்கும் பாஸ்வேட்டு ஆகும். இது நீரில் கரையாது. இதனுடன் கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் நீரில் கரையக் கூடிய 'சூபர் பாஸ்வேட் ஆப் லைம்' உண்டாகும். இது பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரம் ஆகும்.

அமோனியம் பாஸ்வேட்டு: இதுவும் பயிர்களுக்குத் தகுந்த உரமாகும்.

உப பாஸ்வைட்டுகள் (hypo-phosphites): சோடியம் உப பாஸ்வைட்டுகளும் இன்னும் சில உப பாஸ்வைட்டுகளும் தாதுபுஷ்டிக்குக் கொடுக்கப்படும் 'டானிக்'குகளில் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

கேள்விகள்

1. பாஸ்வரம் அதன் தாதுவினின்று எப்படி எடுக்கப்பட்டுச் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது ?

2. மஞ்சள் பாஸ்வரத்திற்கும், சிவப்புப் பாஸ்வரத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசங்களில் நான்கு கூறுக.

3. காப்புத் தீக்குச்சிகள் எவ்விதம் செய்யப்படுகின்றன ? அவை செந் தீக்குச்சிகளை விட எவ்வகையில் சிறந்தவை ?

4. மூன்று பாஸ்வேட்டுகளைக் குறிப்பிட்டு, ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு உபயோகத்தைக் கூறுக.

9. நைட்டிரேட்டுகள்

(சோடியம், பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டுகள் தயாரித்தலும் உபயோகமும். வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தல். அமோனியம் நைட்டிரேட்டு.)

நைட்டிரிக அமிலத்திலிருந்து பிறக்கும் உப்புக்கள் **நைட்டிரேட்டுகள்** எனப்படும். தாவரங்கள் புரோட்டின் தயாரிக்க நிலத்தில் உள்ள நைட்டிரேட்டுகளைக் கிரகித்துக் கொள்கின்றன. நைட்டிரேட்டு உப்புக்களைக் கொண்டுதான் வெடிகள் தயாரிக்கப் படுகின்றன. நாம் இங்குச் சில முக்கியமான நைட்டிரேட்டு களைப் பற்றிப் படிப்போம்.

சோடியம் நைட்டிரேட்டு: இது அமெரிக்காவில் சிலி என்ற இடத்தில் உள்ள பாறைச் சுரங்கங்களில் இருந்து எடுக்கப்படுகிறது. ஆதலால் இதற்குச் **சிலி வெடியுப்பு** என்ற பெயரும் உண்டு. அந்தப் பாறைகளை உடைத்துத் தூளாக்கி, நீருடன் காய்ச்சினால், சோடியம் நைட்டிரேட்டுக் கரைசல் கிடைக்கும். அந்தக் கரைசலை வடிகட்டிப் படிகமாக்கினால் சோடியம் நைட்டிரேட்டுப் **படிகங்கள்** கிடைக்கும்.

சோடியம் நைட்டிரேட்டை ஒரு குழாயில் காய்ச்சினால், அது உருகித் திரவமாகும். பின்னர் அது கொதித்து ஆக்ஸிஜனை வெளிவிட்டு, 'சோடியம் நைட்டிரைட்டு' என்ற பொருளாகும்.

சோடியம் நைட்டிரேட்டு, பயிர்களுக்கு உரமாகவும், நைட்

ரிக அமிலம் தயாரிக்கவும், பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு தயாரிக்கவும் உதவும். இது ஈர்க்கும் தன்மை உடையது. ஆகையால் இதை வெடி மருந்து செய்யவோ, வாணங்கள் செய்யவோ உபயோகிக்கக் கூடாது.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு: இதை ஆங்கிலத்தில் 'நைட்டர்' என்றும், 'பெங்கால் சால்ட்பீட்டர்' என்றும் அழைப்பதுண்டு. நம் நாட்டில் பழைய கட்டடங்களுக்குப் பக்கத்தில் உப்புப் பூத்து புட்டுப் போன்றிருக்கும் உப்பு மண்ணை மரச் சாம்பலுடன் சேர்த்து நீரில் கரைத்து, வடிகட்டி, சுத்தமான கரைசலை எடுப்பார்கள். அக்கரைசலைச் சுண்டக் காய்ச்சி 'வெடியுப்பு' எடுப்பதும் உண்டு. இது வெடிகள் தயாரிக்க உதவுவதால், இதை வெடியுப்பு என்று அழைப்பர். சோடியம் நைட்டிரேட்டுக் கரைசலுடன் பொட்டாசியம் குளோரைடுக் கரைசலைச் சேர்த்தால், இரட்டைச் சிதைவு ஏற்பட்டு, சோடியம் குளோரைடும் பொட்டசியம் நைட்டிரேட்டும் கரைசல்களாகக் கிடைக்கும். உயர் உஷ்ண நிலையில் கரைதிறன் குறைவாயுள்ள சோடியம் குளோரைடு முதலில் படிகமாக வெளிவரும். அதை நீக்கிவிட்டுப் பிறகு எஞ்சி இருக்கும் கரைசலைக் குளிரச் செய்து படிகமாக்கினால் பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு படிகங்களாக வெளிவரும். படிகமாக்கிப் பகுத்தலுக்கு இம்முறை உதாரணமாகும்.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டைக் காய்ச்சினாலும், ஆக்ஸிஜன் வெளியாகும்; பொட்டாசியம் நைட்டிரைட்டு குழாயில் எஞ்சி நிற்கும்.

பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டு பீரங்கி மருந்து (வெடி மருந்து, gun powder) தயாரிக்கவும், பயிர்களுக்கு உரமாகவும், வாணங்கள் மத்தாப்புகள் முதலியன தயாரிக்கவும், மாமிசத்தைப் பக்குவப்படுத்திக் கெடாமல் வைக்கவும் உதவும்.

வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்திக் கொள்ளுதல் (fixation of atmospheric nitrogen): தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு நைட்டிரேட்டுகள் அவசியம். நைட்டிரேட்டு உப்புக் கரைசலைத் தம் வேர்மூலம் உறிஞ்சியே அவை புரோட்டீன்

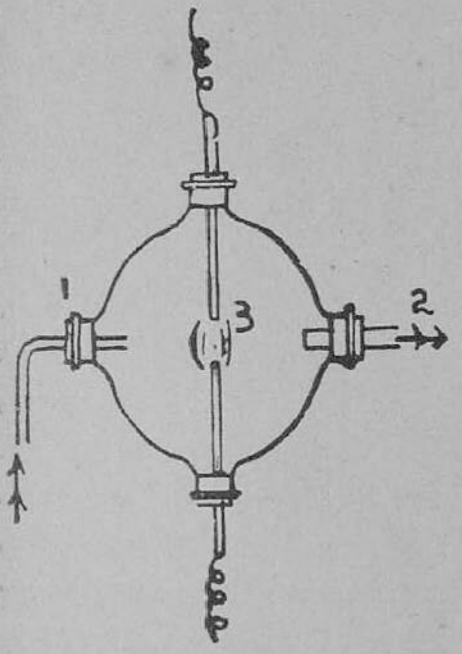
தயாரிக்கின்றன. பிராணிகள் தமக்கு வேண்டும் புரோட்டீனைத் தாவரங்களிடமிருந்து தான் அடைகின்றன. தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து நைட்டிரஜன் சம்பந்தமான சத்துக்களைத் தொடர்ச்சியாகக் கிரகித்துக் கொண்டே வந்தால், நிலத்தில் நாளடைவில் அச்சத்து குறைந்துவிடும். நிலத்தை வளமுள்ளதாகச் செய்ய நாம் அதற்குத் தகுந்தபடி நைட்டிரஜன் சத்துள்ள உரங்களை நிலத்தில் சேர்க்க வேண்டும்.

வாயு மண்டலத்தில் நிறைய நைட்டிரஜன் இருக்கிறது. ஆனால் நைட்டிரஜன் நீரில் கரையாது. அது நீரில் கரையக் கூடிய ஒரு கூட்டுப் பொருளாக மாற்றப்பட்டு, நிலத்தை அடைந்தால், அது நிலத்திலுள்ள பயிர்களுக்கு உரமாகும். ஆகவே வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனை, நீரில் கரையும் தன்மை உள்ள நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாகவோ, அல்லது அம்மோனியா உப்புக்களாகவோ மாற்றுவதைத் தான் 'வாயு மண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்துதல்' என்கிறோம்.

இயற்கையாகவே பூமியில் உள்ள சில பாக்டீரியாக்கள், இறந்த பிராணிகளையும் மக்கிப்போன தாவரங்களையும் தாக்கி, அவைகளை மண்ணுடன் மக்கச்செய்து, தாவரங்களுக்கு வேண்டிய நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாற்றி விடுகின்றன. அவரை, பட்டாணி, பயறு போன்ற காய்கள் உண்டாகும் செடிகளின் வேர் முண்டுகளில் நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் இருக்கின்றன. அவை பூமிக்குள் வரும் காற்றிலுள்ள நைட்டிரஜனைக் கிரகித்து, நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாற்றி, நிலத்திற்கு உரம் சேர்க்கின்றன.

தவிரவும், இடி மின்னல் இவற்றுடன் மழை பெய்யும் பொழுது, காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் நைட்டிரஜனும் மின்னலின் உதவியால் ரசாயனச் சேர்க்கை செய்து நைட்டிரஜன் பெராக்ஸைடு என்ற வாயுவாக மாறுகின்றன. இந்த வாயு நீரில் கரைந்தால் நைட்டிரிக அமிலமாகும். இந்த அமிலம் பூமியில் விழுந்து, நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாறும். இது நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்த, இயற்கை செய்யும் உதவி ஆகும். இதனால்தான் இடி மின்னலுடன் கூடிய

மழை பயிர்களுக்குச் சிறந்தது என்று விவசாயிகள் கருது கின்றனர்.



படம் 21.
1. காற்றுப்புகுதல்
2. நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு
3. மின் வில்

பெர்க்லண்டு-ஐடு முறை: வாயு மண்டல நைட்டிரஜனை, நாம் செயற்கையாகவும் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களாக மாறும்படி செய்யலாம். காற்றில் மின்சார வில் (electric arc) ஏற்படுத்தி, அதனால் ஏற்படும் சுவாலையை அதிக அளவு காற்றில் படும்படி செய்தால், அங்கு நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு வாயு உண்டாகும். இந்த நைட்டிரிக ஆக்ஸைடை மீண்டும் காற்றுடன் சேரச் செய்து நைட்டிரஜன் பெராக்ஸைடாக மாற்றலாம். இதை நீரில் கரைத்தால் நைட்டிரிக அமிலம் உண்டாகிறது. இதனுடன் சுண்ணாம்புக் கல்லைச் சேர்த்தால், கால்சியம் நைட்டிரேட்டு உண்டாகும். இதை நார்வீஜியன் சால்ட்பீட்டர் என்பர். இந்த உப்பு பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரமாகும்.

ஹேபர் முறை: இம்முறையில் நைட்டிரஜனையும், ஹைடிரஜனையும் அதிக அழுத்தத்தில் சுமார் 500°C உஷ்ண நிலையில் மாலிப்டினம் (molybdenum) கலந்த இரும்புத்தூளின் மேல் செலுத்துகிறார்கள். இங்கு இரும்புத்தூள் கிரியா ஊக்கியாக வேலை செய்கிறது. அப்பொழுது அம்மோனியா வாயு உண்டாகிறது. இந்த அம்மோனியா வாயுவைக் கந்தக அமிலத்துடன் சேர்த்து, அம்மோனியம் சல்பேட்டாக மாற்றி, உரமாக உபயோகிக்கலாம்; அல்லது அம்மோனியாவை ஆக்ஸிகரணம் செய்து நைட்டிரிக அமிலமாக மாற்றிப் பிறகு பயிர்களுக்கு வேண்டிய நைட்டிரேட்டுகளைத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம்.

அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ஜெர்மனி போன்ற நாடுகளில் வாயு மண்டல நைட்டிரஜனிலிருந்து நைட்டிரேட்டு உப்புக்களேயோ அல்லது அம்மோனிய உப்புக்களேயோ பெற அநேக தொழிற் சாலைகள் இருக்கின்றன.

அமோனியம் நைட்டிரேட்டு: வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தித் தயாரித்த அமோனியாவுடன், நைட்டிரிக அமிலத்தைச் சேர்த்தால் அம்மோனியம் நைட்டிரேட்டு கிடைக்கும். இது பயிர்களுக்குச் சிறந்த உரமாகும். இந்த உப்பைக் காய்ச்சினுல் 'நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு' என்ற சிரிக்கவைக்கும் வாயு (laughing gas) கிடைக்கும். பற்களில் ரணசிகிச்சை செய்ய பல்வைத்தியர்கள் இந்த வாயுவை உபயோகிப்பர். அமோனியம் நைட்டிரேட்டு, வெடிகள் வாணங்கள் முதலியன தயாரிக்கவும் உதவும்.

கேள்விகள்

1. சிலி வெடி உப்பு, பெங்கால் வெடி உப்பு இவை ஒவ்வொன்றின் ரசாயனப் பெயர் என்ன ? ஒவ்வொன்றின் உபயோகங்களையும் கூறுக.

2. சிலி வெடியுப்பை ஏன் வெடிகள் தயாரிக்க உபயோகிக்கக் கூடாது ? அதைக் கொண்டு பொட்டாசியம் நைட்டிரேட்டை எப்படித் தயாரிப்பாய் ?

3. வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப் படுத்திக்கொள்ள இயற்கையில் ஏற்படும் சில உதவிகளைக் கூறுக.

4. ரசாயனத் துறையில் வாயுமண்டல நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்திக் கொள்ளக் கையாளப்படும் இருமுறைகளைச் சுருக்கமாகக் கூறுக.

5. அமோனியம் நைட்டிரேட்டு எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகிறது ? அதன் முக்கிய உபயோகங்களில் இரண்டு கூறுக.

10. உலோகங்கள்

(அயம், தாமிரம், துத்தநாகம், வெள்ளீயம், காரீயம், அலுமினியம், வெள்ளி, தங்கம், பாதரசம், தோரியம், யுரேனியம், ரேடியம், மங்கனீசு— இவற்றின் முக்கிய தாதுக்கள். இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடங்கள். அயம், தங்கம், பாதரசம், அலுமினியம் இவைகளைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை. பலவித எஃகுகளும் உபயோகங்களும்.)

மூலகங்களில் ஒரு பிரிவு உலோகங்கள் என்று அறிந்தோம். உலோகங்களில் தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம் போன்றவையே தனி உலோகங்களாகவும், அருமையாவும் பூமியில் கிடைக்கின்றன. ஆகையால் இந்த உலோகங்களை 'உயர்ந்த உலோகங்கள்' (noble metals) என்பர். மற்ற உலோகங்கள் பூமியின் பரப்பில் அதிக அளவில் காணப்படும் ஆக்ஸிஜன், கந்தகம், சிலிகன், கார்பன் ஆகிய மூலகங்களுடன் ரசாயன விதமாகக் கூடி கூட்டுப் பொருள்களாகவே கிடைக்கும். இந்த உலோக சம்பந்தமான கூட்டுப் பொருள்களைத் தான் **தாதுக்கள்** (ores) என்பர். இவைகளில் இருந்து அசுத்தங்களை நீக்கி, சுத்த உலோகத்தைப் பெறும் முறையை 'உலோக வேலைக்கலை' (metallurgy) என்பர்.

உலோக வேலைக்கலையில், தாதுக்களைக் காய்ச்சும் அடுப்பை உலை என்பர். இந்த உலைகளில் பல வகை உண்டு. உலைகளில் இடப்படும் தாதுவை உருகச் செய்வதற்கு, அதனுடன் குறைந்த உஷ்ண நிலையில் உருகுந் தன்மையுள்ள பொருள்களைச் சேர்ப்பர். இப்பொருள்கள் **இளக்கிகள்** (flux) எனப்படும். சுண்ணும்புக்கல், வெண்காரம், சோடியம் கார்பனேட்டு, பொட்டாசியம் சயனைடு, உருக்கும் கலவை (fusion mixture) இவை இளக்கிகளுக்கு உதாரணங்கள் ஆகும். இணைக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் சில முக்கியமான உலோகங்களின் தாதுக்களும், அவை கிடைக்கும் இடங்களும் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன :

எண்	உலோகம்	தாதுவின் பெயர்	தாதுவின் ரசாயனப் பெயர்	இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடங்கள்
1.	இரும்பு (அயம்)	ஹேமடைட்டு அயகாந்தக் கல் சிடரைட்டு அயகந்தகக் கல்	இரும்பு ஆக்ஸைடு ,, இரும்பு கார்பனேட்டு இரும்பு சல்பைடு	மயூர்பஞ்சு, பீஹார் ஷிமுகா பீஹார், ஒரிஸ்ஸா பத்ராவதி
2.	செம்பு (தாமிரம்)	செப்பு கந்தகக் கல் மால்க்கைட்டு தாமிரக் கல்	தாமிர சல்பைடு தாமிர கார்பனேட்டு தாமிர ஆக்ஸைடு	மயூர்பஞ்சு, பீஹார் சோடா நாக்பூர் நெல்லூர்
3.	நாகம் (துத்தநாகம்)	நாக கந்தகக் கல் சின்கைட்டு காலமைன்	நாக சல்பைடு நாக ஆக்ஸைடு நாக கார்பனேட்டு	சிக்கிம் உதயபுரி சமஸ்தானம் மீவார், ஜெயபுரி உதயபுரி
4.	வெள்ளீயம்	வெள்ளீயக் கல்	வெள்ளீய ஆக்ஸைடு	சிறிதளவு (பீஹாரில்) (பர்மா)
5.	காரீயம்	காரீய கந்தகக் கல் (கலீனா)	காரீய சல்பைடு	(பர்மா)
6.	அலுமினியம்	பாக்ஸைட்டுக் களி கிரியோலைட்டு	அலுமினியம் ஆக்ஸைடு (நீருள்ளது) அலுமினிய புளோரைடு	மத்தியப் பிரதேசம், ஜபல்பூர் தெய்ரா, ராஜபுதனம்

எண்	உலோகம்	தாதுவின் பெயர்	தாதுவின் ரசாயனப் பெயர்	இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடங்கள்
7.	வெள்ளி	சில்வர் கிளான்சு ஹார்ன் சில்வர் ஆர்ஜென்டைட்டு	சில்வர் சல்பைடு சில்வர் குளோரைடு சில்வர் சல்பைடு	கோலார் (மைசூர்) (பர்மா)
8.	பாதரசம்	இங்குலிகம் (ஸின்னபார்)	பாதரச சல்பைடு	
9.	தங்கம்	தங்கப் பாறை	தங்கம், மணல்	கோலார், பீஹார், ஒரிஸ்ஸா, சோடா நாக்பூர்
10.	தோரியம்	தோரைட்டு மோனேஸைட்டு	சிலிகேட்டுகள்	திருவிதாங்கூர் (வண்டல் மண் உள்ள இடங்கள்)
11.	யூரேனியம்	பிச்சு பிளெண்டு	யூரேனிய ஆக்ஸைடு	
12.	ரேடியம்	பிச்சு பிளெண்டு	,,	
13.	மங்கனீசு	பைரோலூசைட்டு	மங்கனீசு ஆக்ஸைடு	மத்திய மாகாணம், சாண்டூர், விசாகபட்டினம், பம்பாய்

உலோகங்களைப் பொதுவாக தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க உதவும் முறைகள் :

தங்கம், வெள்ளி, பாதரசம் இவைதான் பூமிக்கடியில் தனி உலோகங்களாகக் கிடைக்கின்றன. மற்ற உலோகங்களெல்லாம் இதர மூலகங்களுடன் சேர்க்கையாகிக் கூட்டுப் பொருள்களாகத் தான் கிடைக்கும். பெரும்பாலும் தாதுக்கள் ஆக்ஸைடுகளாகவோ, அல்லது கார்பனேட்டுகளாகவோ அல்லது சல்பைடுகளாகவோதான் கிடைக்கின்றன. ஒவ்வோர் உலோகமும் அதனதன் தாதுவினின்று பிரித்தெடுக்கப்படும் முறை வித்தியாசமாக இருந்தாலும், தாதுக்களின் அமைப்பை ஒட்டிச் சில பொது முறைகள் கையாளப்படும்.

ஆக்ஸைடு தாதுக்களைக் கரியுடன் சேர்த்து, மூடிய உலையில் காய்ச்சினால், கரியானது ஆக்ஸைடிலுள்ள ஆக்ஸிஜனைத் தான் பெற்று, கார்பன்-டை-யாக்ஸைடாகி வாயுரூபத்தில் வெளியேறும். உலோக ஆக்ஸைடு உலோகமாகக் குறைக்கப்படவே, அது உருகிய குழம்பாக உலையின் அடியில் தங்கும்.

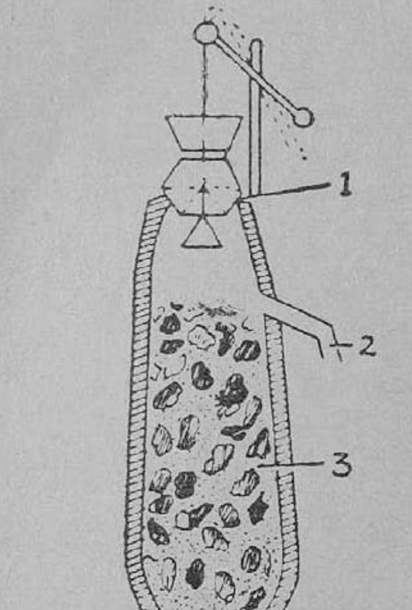
கார்பனேட்டு தாதுக்களை, முதலில் காற்றில் வறுப்பார்கள். அப்பொழுது அவை கார்பன்-டை-யாக்ஸைடை இழந்து ஆக்ஸைடாகும். பின்னர் அவை முன்னால் விவரித்தபடி கரியுடன் சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தப்படும்.

சல்பைடு தாதுக்களை முதலில் காற்றில் வறுப்பார்கள். அப்பொழுது அவைகளில் உள்ள கந்தகம் எரிந்து கந்தக-டை-யாக்ஸைடாக வெளியேறும். வெளிக்காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், தாதுவுடன் சேர்ந்து அதை ஆக்ஸைடாக மாற்றும். அந்த ஆக்ஸைடுடன் கரியைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி, முன் கூறியபடி உலோகத்தை அடையவேண்டும்.

நாம் இங்குச் சில முக்கியமான உலோகங்களை அவைகளின் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் முறைகளைப்பற்றி அறிந்து கொள்வோம்.

இரும்பு (அயம்): இரும்பு, அதன் ஆக்ஸைடு தாதுக்களில் (ஹெமடைட்டு) இருந்துதான் காய்ச்சி எடுக்கப்படுகிறது. அதற்கு உபயோகமாகும் உலை, ஊது உலை (blast furnace)

எனப்படும். ஊது உலை சுமார் 80 அடி உயரமும், 20 அடி அகலமும் உள்ளது. உலையின் மேலே அதன் வாயைத் திறக்கவும் மூடவும் கூடியவாறு கிண்ணக் கூம்பு உபாயம் (cup and cone trap) ஒன்று இருக்கிறது. தாதுவை உலையின்மேலே கொட்டினல், அதன் அழுத்தத்தால் இந்த உபாயம் தாழும். அப்பொழுது உலையின் வாய் திறக்கப்படவே, உலைக்குள் தாது தானுகவே இறங்கும். தாது இறங்கியதும், தானுகவே இந்த உபாயம் மேல்நோக்கி நகர்ந்து, வாயை மூடிக்கொள்ளும். இந்த உலையின் உட்புறம் உருகாத செங்கல் சுவரால் ஆனது. உலையின் அடிப்புறத்தில் இரு பக்கங்களிலும் அதிக அழுத்தத்தில் காற்றை உலைக்குள் செலுத்த இரு காற்றுத் துருத்திகள் அமைந்துள்ளன.



படம் 22. ஊது உலை

1. தாதுக் கலவையை உலையினுள் போடும் வழி
2. எரிந்த வாயுக்கள் வெளியேறும் வழி, 3. உலையில் தாதுக் கலவை, 4. உஷ்ணக் காற்று, 5. உருகிய கசடு, 6. உருகிய இரும்பு.

இரும்புத்தாது (அதன் ஆக்ஸைடு), சுண்ணும்புக்கல், கல்கரி இவை மூன்றும் கலந்த கலவையை உலையினுள் போட்டு, உலைக்குத் தீமூட்டுகிருர்கள். இக்கலவை உலையின்மேலிருந்து கீழ் நோக்கி மெதுவாக இறங்கும். உலையின் அடியிலுள்ள காற்றுத் துருத்திகளில் இருந்து உஷ்ணக் காற்று மேல் நோக்கிச் செலுத்தப்படும். இந்தக் காற்று, தாதுவின் கார்பனை அரைகுறையாக எரியச்செய்து, **கார்பன் மோனுக்ஸைடு** (carbon monoxide) என்ற வாயுவை உண்டாக்கும். இந்த வாயு தீவிரமான ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி. ஆகவே, இது இரும்பு ஆக்ஸைடி

லுள்ள ஆக்ஸிஜனைக் குறைத்து அதை இரும்பு உலோகமாகச் செய்யும். அப்பொழுது கார்பன் மோனுக்ஸைடு கார்பன்-டையாக்ஸைடாக மாறும். இந்த வாயுவும், இதர வாயுக்களும் உலையின் உயரத்தில் உள்ள திறப்பின் வழியாக வெளிச் செல்லும். இரும்புடன் கலந்திருந்த மணல்போன்ற அசுத்தங்கள் சுண்ணும்புக்கல்லுடன் உருகி ஒரு மிதவைக் கசடாகும் (Slag). இது உருகிய இரும்புக் குழம்பின்மேல் மிதக்கும். இதை அவ்வப்பொழுது ஒரு திறப்பின் வழியாக நீக்கிவிடுவார்கள். இந்த மிதவைக் கசடு சாலைகள் போடவும் சிமென்டு தயாரிக்கவும் உபயோகிக்கப்படும். இந்த முறையில், தாதுவை உருகச் செய்யும் இளக்கியாக சுண்ணும்புக்கல் உபயோகமாகிறது.

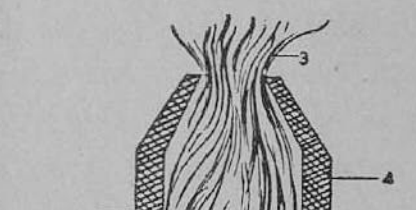
உலையின் அடியில் இறங்கும் இரும்புக் குழம்பு, அதிக உஷ்ண நிலையில் சிறிதளவு கார்பன், மங்கனீசு போன்ற அசுத்தங்களைத் தன்னுள் அடக்கிக்கொள்ளும். இந்த இரும்பை உலையின் கீழுள்ள ஒரு திறப்பின் வழியாக அச்சுக்களில் வார்த்து இறுகவிடுவார்கள். இந்த இரும்பு வார்ப்பு இரும்பு எனப்படும்.

இரும்பின் வகைகள்: இரும்பில் மூன்றுவகை உண்டு. அவை: (1) வார்ப்பிரும்பு (cast or pig iron), (2) தேனிரும்பு (soft or wrought iron), (3) எஃகு (steel). உலையிலிருந்து நேராகக் கிடைப்பது வார்ப்பிரும்பு. மற்ற இரும்பு வகைகள் வார்ப்பிரும்பிலிருந்தே தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வார்ப்பிரும்பு: இந்த இரும்பில் சுமார் 4 சதவீதம் கார்பன் கலந்திருக்கும்; பாஸ்வரம், மங்கனீசு போன்ற மூலகங்களும் சிறிதளவு கலந்திருக்கலாம். இரும்புடன் கார்பன் கலந்திருப்பதால், வார்ப்பிரும்பு நொறுங்கும் தன்மை உடையதாய் இருக்கிறது. இது உருக்கப்பட்டுக் குளிரும்பொழுது தன் கன அளவில் விரிவடையும். ஆதலால் இதைக்கொண்டு வார்ப்புகள் செய்யலாம். இரும்பு அடுப்புகள், இரும்புச் சட்டிகள், பிடிகள், தூண்கள், எந்திர பாகங்கள், நீர்க்குழாய்கள் முதலியன செய்ய இந்த இரும்பு உதவும்.

தேனிரும்பு: வார்ப்பிரும்பை உருகச் செய்து, அதனுடன் இரும்பு ஆக்ஸைடைச் சேர்த்துக் காற்றுப்படாமல் காய்ச்சினால், இரும்பு ஆக்ஸைடிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் வார்ப்பிரும்பிலுள்ள கார்பனுடன் எரிந்து, கார்பன்-டை-யாக்ஸைடாக நீங்கும். எஞ்சி நிற்பது தேனிரும்பாகும். இது மிகவும் சுத்தமான இரும்பு. இதனில் அநேகமாய் கார்பன் அசுத்தங்கள் இல்லை எனலாம். இது மிருதுவானது; வளையும் தன்மை உடையது. இது நசுங்குமே தவிர நொறுங்காது. கொல்லர் வேலைகளுக்கு இது பெரிதும் பயன்படும். கலப்பை, கம்பிகள், ஆணிகள், சங்கிலிகள் மின்சாரக் காந்தங்கள், லாடங்கள், கீல்கள் முதலியன செய்ய இந்த இரும்பு உதவும்.

எஃகு: எஃகு இரும்பில் குறிப்பிட்ட அளவு கார்பன் இருக்கும்படி செய்யப்படுகிறது. வார்ப்பிரும்பிலிருந்து அதிகப் படியாக இருக்கும் கார்பனை எரித்து நீக்கியோ, அல்லது தேனிரும்புடன் திட்டமான அளவு கார்பனைச் சேர்த்து உருக்கியோ, எஃகு தயாரிக்கப்படும். இதனில் 0·5 முதல் 1·5 சத வீதம் வரை கார்பன் கலந்திருக்கும். வார்ப்பிரும்பிலிருந்து எஃகைத் தயாரிக்க, பெரும்பாலும் 'பெஸிமர் உலை' பயன் படுத்தப் படும். வார்ப்பிரும்பை உலையினுள் இட்டு உருக்கி, அது குழம்பு போன்று இருக்கும்பொழுது, அதனுள் காற்றைச் செலுத்தி அதிகப் படியாக இருக்கும் கார்பனை எரிந்து போகுமாறு செய்வார்கள். கார்பன் அநேகமாக நீக்கப்பட்டிருக்கும் பொழுது, உலையைச் சாய்த்து, அதனுள் திட்டமான அளவு கார்பனையும் மங்கனீசு உலோகத்தையும் சேர்த்துவிட்டால், அந்த இரும்பு எஃகாக மாறிவிடும்.



படம் 23. பெஸிமர் உலை
1. உருகிய இரும்பு
2. சூடான காற்று
3. இரும்பிலுள்ள அசுத்தங்கள் எரிதல் 4. உலை.

செஞ்சூடாக இருக்கும் எஃகைத் திடீரென்று குளிரச் செய்தால், அது கடினமாகவும், நொறுங்கும்தன்மை உடையதாகவும் இருக்கும். அப்படி இருக்கும் எஃகை மீண்டும் தீயில் காய்ச்சி, படிப்படியாகக் குளிரச் செய்தால், அது உறுதியாயும், வில் போல் வளையுந்தன்மை உடையதாகவும் இருக்கும். தேவைக்கேற்றபடி நாம் பல எஃகு வகைகளைத் தயாரித்துக்கொள்ளலாம்.

எஃகினால் எந்திரங்கள், பாலங்கள், வீட்டிற்கு வேண்டிய சட்டங்கள், கர்டர்கள் முதலியன செய்யப்படுகின்றன. பலவிதக் காந்தங்களும், காந்த ஊசிகளும், உளிபோன்ற ஆயுதங்களும், சவரக் கத்திகள் சவர பிளேடுகள் முதலியனவும், கவசமாக உதவும் எஃகுத் தகடுகளும், கடிகார பாகங்களுள் கடிகார வில்கள் முதலியனவும் எஃகினாலேயே செய்யப்படுகின்றன.

எஃகுடன் மங்கனீசு, குரோமியம், நிக்கல் முதலிய உலோகங்களைச் சேர்த்துப் பல எஃகு வகைகளைத் தயாரிக்கலாம். பக்கம் 84-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் பலவகை எஃகுக்களையும், அவைகளின் உபயோகங்களையும் காணலாம்.

தங்கத்தைத் தாதுவினின்று பிரித்தெடுத்தல்: நம் நாட்டில், மைசூரை அடுத்த கோலார் தங்கச் சுரங்கங்களிலிருந்து தங்கம் எடுக்கப்படுகிறது. குவார்ட்சுக் கல் எனப்படும் பாறைகளின் ஊடே வேர் ஓடுவதுபோல் தங்கம் காணப்படும். இந்தப் பாறைகளை எந்திரங்களால் உடைத்துத் தூளாக்கி, மணலைக் காற்றில் தூற்றித் தங்கம் உள்ள தூளைப் பிரிப்பர். இதனில் மேலும் மணல் காணப்படும். தங்கத்திலிருந்து இந்த மணல் இரு முறைகளில் பிரிக்கப்படுகிறது.

ரசக் கலவை முறை: தங்கமும் மணலும் கலந்த கலவையை ஒரு கால்வாயில் வேகமாக ஓடும் நீரோட்டத்தில் அலசுவார்கள். நீர் ஓட்டத்தின் குறுக்கே பாதரசம் பூசப்பட்ட தாமிரத் தகடுகள் இடை இடையே வைக்கப்பட்டிருக்கும். நீர் ஓட்டம் மணலை வேகமாக அடித்துக்கொண்டு ஓடும். மணலை விடக் கனமான தங்கத்தூள் தாமிரத் தகடுகளில் மோதி, அவைகளின் மேலுள்ள பாதரசத்துடன் சேர்ந்து ரசக்கலவையாகும். பின்னர், இந்த ரசக் கலவையைச் சுரண்டி எடுத்து,

எஃகு வகைகளும், அவற்றின் உபயோகங்களும் :

எண்	எஃகின் பெயர்	அடங்கிய பகுதிகள்	உபயோகம்
1.	மிருது எஃகு	இரும்பும், சிறிதளவு கார்பனும்	கடிகார வில்கள், பிளேடுகள் முதலியன செய்ய
2.	குரோம் எஃகு	கார்பன் 1% குரோமியம் 4% எஃகு 95%	இரும்புப் பெட்டிகள், கப்பல் பிளேட்டுகள், மோட்டார் லாரிகள் செய்ய
3.	டங்ஸ்டன் எஃகு	எஃகு 80% குரோமியம் 4% டங்ஸ்டன் 16%	துளை செய்யும் கருவிகள், காந்தங்கள் செய்ய
4.	இன்வார் எஃகு	நிக்கல் 35% எஃகு 65%	ஈட்டு ஊசல்கள் செய்ய
5.	மங்கனீசு எஃகு	மங்கனீசு 13% எஃகு 87%	பாறைகளைப் பொடி செய்யும் எந்திரங்கள், வலிமையான இரும்புப் பெட்டிகள் செய்ய
6.	கோபல்ட்டு எஃகு	எஃகு 65% கோபல்ட்டு 35%	மாக்னடோவிலுள்ள நிலைக் காந்தங்கள் செய்ய
7.	துரு ஏருத எஃகு	எஃகு 86% குரோமியம் 13% நிக்கல் 1%	வீட்டுப் பாத்திரங்கள், கடிகாரக் கூடுகள், கடிகாரச் சங்கிலிகள் செய்ய

வாலையில் இட்டுக் காய்ச்சி வடித்தால், கொள்கலத்தில் பாதரசம் வடிந்துவிடும்; காய்ச்சப்படும் வாலையிலேயே தங்கம் தங்கி விடும். பிறகு இத்தங்கத்தை மின்னாற் பகுப்பு முறையில் சுத்தப் படுத்துவார்கள்.

சயனைடு முறை : தங்கமும் மணலும் கலந்த கலவையை பொட்டாசியம் சயனைடுக் கரைசலினுள் போட்டுக் கலக்கு வார்கள். தங்கம், பொட்டாசியம் சயனைடுக் கரைசலில் கரைந்து, பொட்டாசியம் தங்க சயனைடுக் கரைசல் ஆகும். கரைசலின் அடியில் தங்கும் மணலை வடிகட்டிப் பிரித்துவிடு வார்கள். பிறகு இந்தக் கரைசலுடன் திட்டமான அளவு துத்த நாக உலோகத் தூளைச் சேர்ப்பார்கள். துத்தநாகம் தங்கத்தைக் கரைசலிலிருந்து இடப் பெயர்ச்சி செய்து வீழ்படிவாகப் படியச் செய்யும். துத்தநாகம், சயனைடுக் கரைசலுடன்கூடி பொட்டாசிய துத்தநாக சயனைடுக் கரைசலாகும். தங்கத்தை வடிகட்டிப் பிரித்து, உருக்கி, கட்டியாகச் செய்வார்கள். பின்னர் இதை மின்னாற் பகுப்பு முறையில் சுத்தப்படுத்துவார்கள்.

தங்கத்தை மின்னாற் பகுப்பு முறையில் சுத்தப்படுத்துதல் : பொட்டாசியம் தங்க சயனைடுக் கரைசலை ஒரு பாத்திரத்தில் வைத்து அதை மின்னாற் பகு திரவமாகவும், அசுத்தத் தங்கத்தை நேர் மின்வாயாகவும், சுத்தத் தங்கத்தை எதிர் மின்வாயாகவும் வைத்து மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தினால், நேர் மின்வாயி லுள்ள அசுத்தத் தங்கம் கரைந்து, எதிர் மின்வாயில் சுத்தத் தங்கமாகச் சேரும்.

குறிப்பு : தாமிரத்தையும் இவ்விதம்தான் காப்பர் சல் பேட்டுக் கரைசலை மின்னாற் பகு திரவமாக உபயோகித்துச் சுத்தப்படுத்துவார்கள்.

தங்கத்தின் உபயோகம் : நகைகள், நாணயங்கள் முத லியன செய்யவும், ஊற்றுப் பேனா நிப்புகள் செய்யவும் தங்கம் உதவும். காட்மியம் சேர்ந்த தங்க ரசக் கலவை செயற்கைப் பற்கள் கட்ட உதவும்.

தங்கத்தின் சுத்தத்தை "காரட்டு" (carat) என்ற அளவில் சொல்வது வழக்கம். சுத்தத் தங்கம் 24 காரட்டு சுத்தம்

என்று சொல்லப்படும். சவரன் தங்கம் 22 காரட்டு சுத்த மானது. அதாவது, மொத்தம் எடை 24 பாகங்கள் என்று கொண்டு, அந்த எடையில் 22 பாகங்கள் சுத்தத் தங்கம் என்றும் மீதி 2 பங்கு தாமிரம் என்றும் கொள்ளவேண்டும்.

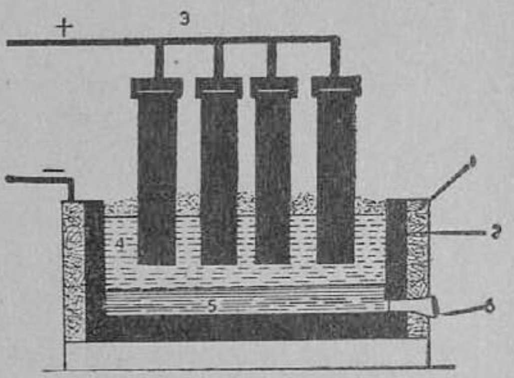
பாதரசம்: பாதரசம் சிறிதளவு சுத்த உலோகமாகவே சில இடங்களில் கிடைக்கிறது. முக்கியமாக, கந்தகத்துடன் சேர்ந்து இங்குலிகம் (cinnabar) என்ற பெயருடைய பாதரச சல்பைடாகத்தான் அது கிடைக்கிறது. அந்தத் தாதுவைக் காற்றில் உஷ்ணப்படுத்தினால், காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனால், தாது, ஆக்ஸிகரணமடையும். அப்பொழுது கந்தக-டை-யாக்ஸைடு வாயுவும், பாதரச ஆவியும் உண்டாகும். பாதரச ஆவிமட்டும் சில பாத்திரங்களில் குளிர்ந்து திரவமாகச் சுருங்கித் தங்கும். இந்தப் பாதரசத்தை இரும்பு வாலைகளில் ஊற்றிக் காய்ச்சி வடித்துச் சுத்தப்படுத்துவார்கள். சோதனைச் சாலையில் மலையாட்டுத் தோலை உபயோகித்துப் பாதரசத்தைப் பிழிந்து வடிகட்டிச் சுத்தம் செய்வதுண்டு.

உபயோகம்: பாரமானிகள், உஷ்ணமானிகள், முதலியன செய்யவும், முக்கியமான ரசக் கலவைகள் (amalgams) செய்யவும் பாதரசம் உதவும். இரும்பைத் தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களுடனும் பாதரசம் கூடி ரசக்கலவை செய்யும். பாதரசத்தைக் கொண்டு மெர்க்குரிக குளோரைடு (வீரம்), மெர்க்குரிச குளோரைடு (பூரம்) போன்ற மருந்துகள் தயாரிக்கின்றனர். பாதரச ஆவி, மின்சார பல்புகளில் பிரகாசமான ஒளியை உண்டுபண்ண நிரப்பப்படும்.

அலுமினியம்: இதன் முக்கியமான தாதுக்கள் பாக்ஸைட்டுக்களி என்ற அதன் ஆக்ஸைடு தாதுவும், கிரியோலைட்டு எனப்படும் அதன் புளோரைடுமே ஆகும். பழைய காலத்தில் அலுமினியத்தின் புளோரைடுடன் சோடிய உலோகத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி அலுமினியத்தைத் தயாரித்தார்கள். ஆனால் 1886-ம் வருஷம் ஹால் என்பவர் தற்செயலாக மின்னாற்பகுப்பு முறையில் அதைத் தயாரிக்கும் முறையைக் கண்டு பிடித்தார். அலுமினியத்தின் தாது எங்கும் நிறையக் கிடைப்

பதால் அது தற்சமயம் மிக மலிவான உலோகமாக விளங்குகிறது.

பாக்ஸைட்டு, கிரியோலைட்டு ஆகிய இரு தாதுக்களையும் கலந்து ஓர் இரும்புப் பாத்திரத்தில் வைப்பார்கள். இரும்புப் பாத்திரத்தின் உட்புறத்தில் கரிப்பூச்சு பூசப்பட்டிருக்கும். அதனுள் ஒரு செப்புத் தடியில் வரிசையாகக் கோக்கப்பட்டிருக்கும் கிராவைட்டுச் சட்டங்கள், பாத்திரத்திலுள்ள கலவைக்குள் மூழ்கி இருக்கும்படி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இருப்புப் பாத்திரத்தைச் சக்தி மிகுந்த பாட்டரியின் எதிர் மின் துருவத்துடனும், செப்புத் தடியை நேர் மின் துருவத்துடனும் இணைத்து, மின் ஓட்டம் ஏற்படும்படி செய்தால், பாக்ஸைட்டு மின் ஓட்டத்தினால் சிதைந்து அலுமினியம் + ஆக்ஸிஜன் எனப் பிரியும். உருகிய நிலையில் அலுமினியம் பாத்திரத்தின் அடியில் தங்கும். ஆக்ஸிஜன் கிராவைட்டுச் சட்டங்களுக்கு இடையிலுள்ள வழியின் மூலம் வெளியேறும். இரும்புப் பாத்திரத்தின் அடியிலுள்ள திறப்பின் வழியாக அலுமினியத்தை வெளியேறச் செய்வார்கள்.



படம் 24. அலுமினியம் தயாரித்தல்
1. இரும்புத் தொட்டி, 2. கார்பன் தகடு (எதிர் மின்வாய்), 3. கார்பன் தண்டுகள் (நேர் மின்வாய்), 4. உருகிய அலுமினிய தாது, 5. உருகிய அலுமினியம், 6. உருகிய அலுமினியம் வெளியேறும் வழி

உபயோகம் : ஆகாய விமானங்கள் செய்யவும், வீட்டிற்கு வேண்டிய சமையல் பாத்திரங்கள் செய்யவும், பெயிண்டுகள் தயாரிக்கவும், மின்சாரக் கம்பிகள் மின்சார உஷ்ணக் கருவிகள் முதலியன செய்யவும் அலுமினியம் உதவும். தற்காலத்தில் எஞ்சின்கள் செய்வதற்கும், வண்டிகளுக்கு வெளிக் கூடுகள் செய்வதற்கும் அலுமினியம் உபயோகமாகிறது.

11. உலோகக் கலவைகள்

(சாதாரண உலோகக் கலவைகளின் பகுதிப் பொருள்களும் உபயோகங்களும் : பித்தளை, வெண்கலம், மணிவெண்கலம், அச்சு உலோகம், டியூரலுமினியம், துருப் பிடிக்காத எஃகு.)

இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலோகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒரே உலோகம் போல் தோன்றும்படி கலந்திருந்தால் அதைக் **உலோகக் கலவை** என்பர். உண்மையில் பார்க்குமிடத்து சுத்த உலோகங்களைவிட, உலோகக் கலவைகள் தான் தினசரி வாழ்க்கையில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. ஏனென்றால் உலோகக் கலவைகளுக்குச் சில தனிப்பட்ட குணங்கள் அமைந்திருக்கின்றன.

சுத்தத் தங்கம் நசுக்கினால் நசுங்கும்படி மிருதுவாயிருக்கும். அதனுடன் தகுந்த அளவு தாமிரத்தைச் சேர்த்து உருக்கி அதைச் சவரன் தங்கமாகச் செய்கிறார்கள். சவரன் தங்கம் உறுதியாக இருக்கிறது. தங்கம் உறுதியாக இருந்தால் தான் அதைக் கொண்டு வேண்டும் பாத்திரங்களையோ நகைகளையோ செய்யலாம். ஆகவே உலோகக் கலவைகள் தனி உலோகங்களை விட அதிக உறுதியாயும், கடினமாயும் இருக்கின்றன என்று நாம் அறிந்துகொள்ளலாம். தவிரவும், உலோகக் கலவையின் உருகு நிலையானது அதில் கலந்துள்ள ஒவ்வொரு உலோகத்தின் உருகு நிலையைவிடக் குறைந்திருக்கும். ஆகவே உலோகக் கலவைகளை விரைவில் உருக்கி வேலைகளுக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். நாம் இங்கு சில முக்கியமான உலோகக் கலவைகளைப் பற்றிப் படிப்போம்.

தாமிரத்தின் உலோகக் கலவைகளில் முக்கியமானவை : பித்தளை, வெண்கலம், மணிவெண்கலம்.

பித்தளை : இது சுமார் 65% செம்பும், 35% துத்தநாகமும் சேர்ந்தது. இது மஞ்சள் நிறமாய் இருக்கும். பித்தளைப் பாத்திரத்தில் புளிப்பான பொருள்களை வைத்தால் அவை கைத்துவிடும். சமையலுக்கு இப்பாத்திரங்களை உபயோகிக்க வேண்டியிருந்தால் இவைகளின் உட்புறத்தில் வெள்ளீயம் பூசி,

உபயோகிக்க வேண்டும். பித்தளைத் தகடுகள் செய்யவும், பாத்திரங்கள், நாணயங்கள், பிடிகள், சங்கிலிகள் முதலியன செய்யவும் இந்த உலோகக் கலவை உதவும்.

வெண்கலம் : இதனில் 95% தாமிரமும், 4% வெள்ளீயமும், 1% துத்தநாகமும் இருக்கும். இது சற்று வெண்மையாக இருக்கும். காற்றில் கறுக்காது. இதனில் புளி, மோர் போன்ற பொருள்களை வைத்தால் அவை கைப்பதில்லை. இது தூளாக நொறுங்கும் தன்மை உடையது. உருவச் சிலைகள் செய்யவும், நாணயங்கள் செய்யவும், சமையல் பாத்திரங்கள் செய்யவும் வெண்கலம் உதவும். பீரங்கி வெண்கலம் (gun metal) என்ற உலோகக் கலவையில் 90% தாமிரமும், 10% வெள்ளீயமும் இருக்கும்.

மணி வெண்கலம் : இதனில் 75% முதல் 80% வரை தாமிரமும், 25% முதல் 20% வரை வெள்ளீயமும் சேர்ந்திருக்கும். இதைத் தட்டினால் இனிய நாதத்தை உண்டாக்கும். இது மணிகள் செய்ய உதவும்.

காரீய உலோகக் கலவைகள் : அச்சு உலோகம் (type metal) : இது சுமார் 75% காரீயம், 20% நீலாஞ்சனம், 5% வெள்ளீயம் சேர்ந்தது. இந்த உலோகக் கலவை உருக்கப்பட்டுக் குளிரும்பொழுது தன் கன அளவில் பெருக்கமடையும். ஆதலால் இதைக் கொண்டு அச்சு எழுத்துக்கள் செய்கின்றனர்.

உருகி : இது காரீயமும் வெள்ளீயமும் கலந்தது. இக் கலவையின் உருகுநிலை காரீயம், வெள்ளீயம் இவைகளின் உருகு நிலைகளைவிடக் குறைவு. ஆகையால் மின் உருகிகள் (fuses) இந்த உலோகக் கலவையால் செய்யப்படுகின்றன.

அலுமினியத்தின் உலோகக் கலவைகள் : டியூரலுமினியம் : இதனில் சுமார் 94% அலுமினியமும், 4·5% தாமிரமும், மீதி மக்னீசயம், மங்கனீசு உலோகங்களும் கலந்திருக்கும். இது அலுமினியத்தைவிட உறுதியாய் இருக்கும். ஆகாய விமான பாகங்கள் செய்ய இதை உபயோகிக்கின்றனர்.

அலுமினிய-வெண்கலம் : இதைச் செயற்கைத் தங்கம் என்றும் அழைப்பர். தாமிரமும், அலுமினியமும் கலந்தது.

இது பார்ப்பதற்குப் பொன் போன்று மஞ்சள் நிறமாய் இருக்கும். இது காற்றில் கறுக்காது. மலிவான நகைகள், பித்தான்கள் செய்ய இது உதவும்.

எலெக்டிரான் : இது அலுமினியம், மங்கனீசு, துத்தநாகம் இவை மூன்றும் கலந்த உலோகக் கலவை. இது தராசுக் கோல்கள், மோட்டார் கூடுகள் முதலியன செய்ய உதவும்.

துரு ஏருத எஃகு: எஃகுடன் 15% குரோமியத்தைச் சேர்த்து உருக்கினுல், துரு ஏருத எஃகு கிடைக்கும். இது காற்றில் கறுக்காமல், வெள்ளிபோன்றிருக்கும். ஆகவே வியாபார உலகில் இதை 'எவர் சில்வர்' என்று அழைப்பர். இந்த உலோகக் கலவை கத்திகள், பிடிகள், கைக்கடிகாரச் சங்கிலிகள், வீட்டிற்கு வேண்டிய பாத்திரங்கள் முதலியன செய்ய உதவும்.

ஜெர்மன் வெள்ளி: தாமிரத்துடன் துத்தநாகம், நிக்கல் இவைகளைச் சேர்த்து உருக்கி இந்தக் கலவை தயாரிக்கப் படுகிறது. இதனில் துரு ஏருது; இது காற்றில் கறுக்காது. தட்டுகள், பாத்திரங்கள், கரண்டிகள், மின் தடை உண்டு பண்ணும் மெல்லிய கம்பிகள் இவை இந்த உலோகக் கலவையால் செய்யப்படும்.

கேள்விகள்

1. உலோகக் கலவை என்ருல் என்ன? உலோகக் கலவைகள் தனி உலோகங்களைவிட எவ்விதங்களில் மேலானவை?

2. தாமிரத்தின் கலப்பு உலோகங்களில் மூன்று கூறுக. அவை ஒவ்வொன்றிலும் அடங்கியுள்ள உலோகங்களைக் கூறுக; ஒவ்வொரு உலோகக் கலவைக்கும் ஒரு முக்கிய உபயோகத்தைக் குறிப்பிடுக.

3. காரீய உலோகக் கலவைகள் இரண்டும், அலுமினிய உலோகக் கலவைகள் இரண்டும் கூறுக.

4. அச்சு உலோகக் கலவையைக்கொண்டு ஏன் அச்சு எழுத்துக்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன?

5. துருப்பிடிக்காத எஃகில், எந்த உலோகங்கள் கலக்கப்பட்டுள்ளன? அதன் உபயோகங்களில் இரண்டு கூறுக.

6. ஜெர்மன் வெள்ளியில் அடங்கியுள்ள உலோகங்களையும் அதன் உபயோகங்களையும் கூறுக.

12. ஆல்கஹால்

(தயாரித்தல்; சக்திதரவும், கரைப்பானுகவும், ரசாயனப் பண்டங்கள் தயாரிக்கவும், அதன் உபயோகங்கள்.)

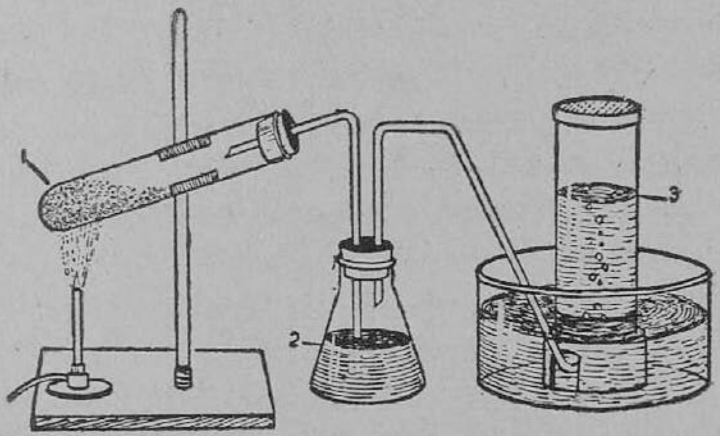
ஆல்கஹால் எளிதில் ஆவியாகும் ஒரு திரவம். சாதாரணமாக இரண்டு ஆல்கஹால்களுக்கு இக்குணம் அமைந்துள்ளது. அவை முறையே 'மெதில் ஆல்கஹால்', 'எதில் ஆல்கஹால்' என்று அழைக்கப்படும். நாம் ஆல்கஹால் என்று இப்பாடத்தில் குறிப்பிடுவது 'எதில் ஆல்கஹாலை'த் தான். நம் தென்னுட்டில் சுத்தம் செய்யப்படாத இந்த ஆல்கஹாலைச் 'சாராயம்' என்று அழைப்பர்.

ஆல்கஹால் உண்டாதல்: திராட்சைப் பழங்களின் ரசம் புளித்துப்போனல் அதனுள் ஆல்கஹால் உண்டாகும். காற்றில் 'யீஸ்ட்டு' என்று அழைக்கப்படும் எண்ணற்ற நுண்ணிய அங்க ஜீவிகள் உலவுகின்றன. இவை தாவர இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இவை ஸ்டார்ச்சு அல்லது சர்க்கரைப் பொருள்கள், பழரசங்கள் இவைகளினுள் விழுந்து, அதை உட்கொண்டு, தம் இனத்தைப் பெருக்கிக்கொள்ளும். அவைகளில் உண்டாகும் ஒருவித 'என்ஸைம்கள்' அப்பொழுது சர்க்கரைப் பொருள்களில் அல்லது பழ ரசங்களில் ரசாயன மாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. அந்த மாற்றத்தைத் தான் 'நொதித்தல்' என்பர். நொதித்தலின் பயனுக ஆல்கஹாலும், கார்பன் டை யாக்ஸைடு வாயுவும் உண்டாகும். அதனுல்தான் ஈரமான மாவுப் பொருள்களும், சர்க்கரைக் கரைசல்களும் நொதிக்கும்பொழுது அவை நுரைத்துச் சிறு வாயுக் குமிழிகளை உண்டாக்குகின்றன.

சர்க்கரையை நீரில் பூரிதமாகக் கரைத்து, காற்றில் சிலநாட்கள்வரை திறந்தபடி வைத்திருந்தால், யீஸ்ட்டு எனும் தாவரங்கள் அதனுள் விழுந்து, அதை நொதிக்கச் செய்யும். பின்னர் அந்தக் கரைசலை ஒரு வாலையில் ஊற்றி வடித்துப் பகுத்தால் 78°C உஷ்ண நிலையில், ஆல்கஹால் கண்டென்சரில் வடியும். இந்த ஆல்கஹாலில் தண்ணீர் 15 சத வீதம் இருக்கும். அதனுல் அதனுடன் சுட்ட சுண்ணும்பைச் சேர்த்து மீண்டும் காய்ச்சி

வடித்தால், நீர் அதிக அளவு கலந்திராத ஆல்கஹால் வடிக்கப் படும். இதைச் சுத்தி செய்யப்பட்ட ஸ்பிரிட்டு (rectified spirit) என்பர்.

மெதில் ஆல்கஹால் : காய்ந்த மரப்பட்டைகளையோ அல்லது மரத்தூளையோ வாலையிலிட்டுக் காய்ச்சி வடித்துக் கிடைக்கும் திரவம் 'மெதில் ஆல்கஹால்' (மரச்சாராயம், wood spirit) ஆகும். எதில் ஆல்கஹாலுடன், மெதில் ஆல்கஹாலைக்



படம் 25. மெதில் ஆல்கஹால் தயாரித்தல்
1. சோதனைக் குழாயில் மரத்தூள் 2. குடுவை 3. வாயு ஜாடி

கலந்து மிதிலேறுஸ்பிரிட்டு (methylated spirit) தயாரிக்கின்றனர். மெதில் ஆல்கஹால் அருவருப்பான ருசியும் மணமும் உடையது; விஷத்தன்மை உடையது. மக்கள் ஆல்கஹாலைக் குடித்துத் தம் உடல் நிலையைக் கெடுத்துக்கொள்ளாமல் இருக்க வேண்டும் என்று எதில் ஆல்கஹாலுடன் மெதில் ஆல்கஹாலைக் கலந்துவிடுகின்றனர்.

ஆல்கஹாலின் குணங்கள் : ஆல்கஹால் வெகு விரைவில் ஆவியாகும். அதற்குச் சுண்ணும்பைப்போல் கடுக்கும் தன்மையுள்ள ருசியும், தனி மணமும் (fruity smell) உண்டு. அது 78°C-ல் கொதித்து ஆவியாகும். அது நீருடன் தாராளமாய்க் கலந்துகொள்ளும் இயல்புடையது. அயொடின், கற்பூரம்,

அரக்கு, மெழுகு போன்ற நீரில் கரையாத சில பொருள்கள் ஆல்கஹாலில் கரையும்.

ஆல்கஹாலின் உபயோகங்கள் :

1. மெதிலேறுஸ்பிரிட்டு என்ற கலவை ஸ்பிரிட்டு விளக்குகள், ஸ்டவ்கள் முதலியவற்றில் எரிக்கவும், பெட்ரோமாக்ஸ் விளக்குகளைப் பற்றவைக்கவும் உதவும்.

2. வார்னிஷ்கள், பெயிண்ட்டுகள் தயாரிக்க ஆல்கஹால் உதவும்.

3. குளோரோபாரம், எதில் அசிட்டேட்டு, ஈதர், அசீட்டிக அமிலம் இவை ஆல்கஹாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன.

4. பெட்ரோலுடனோ, பென்சீனுடனோ ஆல்கஹாலைக் கலந்து எந்திரங்களில் எரிபொருளாக உபயோகிக்கின்றனர்.

5. இறந்த பிராணிகளின் உடலையும், முக்கிய பாகங்களையும் கெடாமல் பாதுகாக்க அவை ஆல்கஹாலினுள் மூழ்கி இருக்கும்படி வைக்கப்படுகின்றன.

6. ஆல்கஹாலில் கரைக்கப்பட்ட கரைசல்கள் 'டிஞ்ச்சர்' என்ற பெயரில் அழைக்கப்படும். டிஞ்ச்சர் அயொடின், டிஞ்ச்சர் பென்சாயின், டிஞ்ச்சர் கார்டமன் போன்று பல டிஞ்ச்சர்கள் செய்ய ஆல்கஹால் பயன்படுகிறது.

7. கடும் நோயினால் வருந்தி அவதிப்படுகிறவர்களுக்கும், ரத்தப்போக்கினால் களைத்துச் சக்தியற்றிருப்பவர்களுக்கும் தாற்காலிகமாக உற்சாகம் உண்டாக்க, ஆல்கஹால் ஊக்கிப் பொருளாக (stimulant) வைத்தியர்களால் கொடுக்கப்படும்.

ஆல்கஹால் கலந்த பானங்கள் : பீர், ஒயின், பிராந்தி, விஸ்கி, ரம், ஜின் என்று சொல்லப்படும் பானங்களெல்லாம் ஆல்கஹால் உள்ள பானங்களே. பிராந்தியில் சுமார் 40%-ம், ஒயினில் சுமார் 25%-ம், பீரில் சுமார் 3%-ம் ஆல்கஹால் கலந்துள்ளது.

ஆல்ஹாலை அல்லது ஆல்கஹால் பானங்களைக் குடிப்பதால் ஏற்படும் தீமைகள் : ஆல்கஹாலில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்று மூலகங்கள்தான் அடங்கியுள.

இவற்றில் நம் உடல் ஸெல்களை வளர்த்து, உடலுக்குப் பலம் தரக் கூடிய மூலகங்கள் இல்லை. ஆல்கஹால் தாற்காலிகமாக உடலில் சிறிது உஷ்ணத்தை உண்டாக்குவதால், அதைக் குடிப்பவர்கள் சற்று நேரத்திற்கு உற்சாகமாகவும் சுறுசுறுப்பாகவும் இருப்பர். ஆல்கஹால் நம் தேகத்தில் மறைந்துகிடக்கும் சக்தியைத்தான் கிளறிவிடுமே தவிர, அதற்குச் சக்தியை உண்டாக்கும் திறமை இல்லை. ஆதலால் அதைக் குடித்தவருக்குச் சிறிது நேரங் கழித்து அதிக பலக்குறைவும் களைப்பும் ஏற்படும். ஆல்கஹால் பானங்கள் ஒரு தீய பழக்கத்தை உண்டாக்கி, மிருகத் தன்மையை உண்டாக்குவதுடன், மூச்சுமண்டலம், நரம்பு மண்டலம், ஜீரண மண்டலம், கழிவு மண்டலம் ஆகிய உடலில் உள்ள எல்லா பாகங்களில் இருக்கும் உறுப்புக்களையும் கெடுத்து விடும். ஆல்கஹால் பானத்தைக் குடித்தவுடன், அது மூளையைப் பாதிக்கிறது; ஆகையால்தான் குடிகாரனுடைய பேச்சிலும் செயலிலும் தடுமாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஆதலால் அதைக் குடிக்கப் பழக்கிக்கொண்டவன் நாளடைவில் பல இன்னல்களுக் குள்ளாகிறான்.

கேள்விகள்

1. ஆல்கஹாலின் ரசாயனப் பெயர் என்ன? அது உண்டாகக் காரணமாக இருக்கும் தாவரம் எது?

2. சர்க்கரைக் கரைசல் நொதிக்கும்பொழுது உண்டாகும் பொருள்கள் எவை?

3. ஆல்கஹால் கலந்துள்ள பானங்களில் சில கூறுக.

4. ஆல்கஹாலின் உபயோகங்களில் நான்கு கூறுக.

5. ஆல்கஹாலைக் குடிக்கத் தகுதியற்றதாக எப்படிச் செய்கிறார்கள்? அதைக் குடிப்பதனால் ஏற்படும் தீமைகளைக் கூறுக.

மூன்றும் பாகம்

உயிர் நூல்

பொருளடக்கம்

எண் பக்கம்

I. சரீர சாஸ்திரம்

1. உணவு ... 1
2. ஜீரண மண்டலம் ... 17
3. ரத்த ஓட்டமும் நிணநீர் ஓட்டமும் ... 27
4. கழிவு மண்டலம் ... 42
5. எலும்பு மண்டலம் ... 51
6. தசைகள் ... 64
7. நரம்பு மண்டலம் ... 69
8. ஐம்பொறிகள் ... 80
9. நாளமில் சுரப்பிகள் ... 86

II. பிராணி சாஸ்திரம்

10. சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்கள் ... 91
11. பிராணிகளின் அனுசரணம் ... 97
12. பட்டுப் புழுவும் பட்டும் ... 106
13. பிராணிகளின் இயக்கங்கள் ... 112

III. தாவர சாஸ்திரம்

14. தாவர செல்கள் ... 119
15. இலைகள் ... 124
16. ஒளிச் சேர்க்கை ... 129
17. விதைகள் ... 141
18. மலர் ... 149
19. விதைகள் பரவுதலும், விதையிலாப் பெருக்கமும்... 156
20. பூவாத தாவரங்கள் ... 164
21. புது உயிரினங்கள் தோன்றுதல் ... 171

பிற் சேர்க்கை—I ... 176

பிற் சேர்க்கை—II ... 186

பிற் சேர்க்கை—III ... 191

மூன்றும் பாகம்—உயிர் நூல்

I. சரீர சாஸ்திரம்

1. உணவு

(உணவுப் பொருள்களின் வகைகள்—வைட்டமின்கள்—உணவின் மதிப்பு—உணவுத் திட்டம்.)

உணவின் பயன்கள் : நாம் உட்கொள்ளும் உணவு நமக்குப் பல விதங்களில் பயன்படுகிறது. அது (1) நம் உடலுக்கு வளர்ச்சி தருகிறது. (2) அன்றுடம் உடலிலிருந்து வெளியேறும் கழிவுப் பொருள்களுக்கு ஈடு செய்கிறது. (3) நாம் வேலை செய்யச் சக்தியும் நம் உடம்பு ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலையிலிருக்க வெப்பமும் தருகிறது. (4) நம் உடலை ஆரோக்கிய நிலையில் வைக்கிறது. எனவே நாம் உட்கொள்ளும் உணவு இந்தப் பயன்களை யெல்லாம் தரக்கூடியதாக அமைந்திருக்க வேண்டும்.

மேலும் வெவ்வேறு இயற்கை அமைப்பும் சீதோஷ்ண நிலையும் உள்ள வெவ்வேறு நாடுகளிலிருப்பவர்களின் உணவுப் பழக்கம் வெவ்வேருக அமைந்திருக்கிறது. ஆதலால் நமது உடலுக்குத் தேவையான உணவை உட்கொள்ள முதலில் உடலின் பொது அமைப்பை ஆராய்ந்து பார்த்தல் அவசியம்.

உடலின் அமைப்பு : நம் உடலின் அமைப்பில் கோடிக் கணக்கான **ஸெல்கள்** (cells) உள்ளன. ஒரு ஸெல் என்பது மிகவும் நுட்பமானது ; சக்தி வாய்ந்த மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியால்தான் பார்க்க முடியும். ஒவ்வொரு ஸெல்லிலும் ஸெல் சுவர் (cell wall) என்ற வெளிப்பகுதியும் இதனுள்ளே புரோட்டொப்பிளாசம் (protoplasm) என்ற ஒரு தடித்த திரவமும் இருக்கிறது. புரோட்டொப்பிளாசத்திற்கு உயிர்த் தன்மை உண்டு. ஒவ்வொரு ஸெல்லும் தனித்தனி உயிருள்ளது போல் உணவு உட்கொண்டு தன் வேலையைச் செய்யும் ; வளரும். ஒரு ஸெல் இரண்டாகப் பிரிந்து ஸெல்கள் பெருக்க மடையும். நாட்பட்ட

ஸெல்கள் அழியும். இந்த ஸெல்களின் கூட்டமே நமது உடல். நம் உடம்பில் பல வகையான ஸெல்கள் இருக்கின்றன. ஒரே வகையான ஸெல்கள் கூடி ஒரு வகைத் **திசு** (tissue) ஆகும். நம் உடம்பில் எலும்புத் திசு, தசைத் திசு, தோல் திசு, ரத்தத் திசு, நரம்புத் திசு முதலிய பல வகைத் திசுக்கள் உள்ளன.

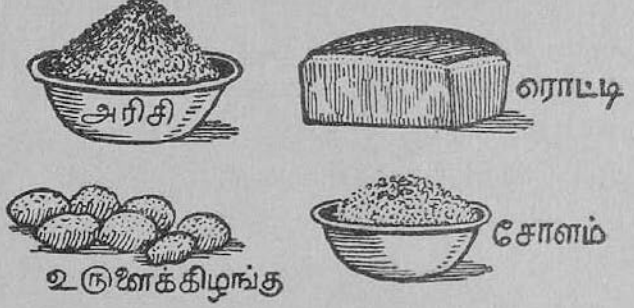
நமது உடல் ஸெல்கள் சில கூட்டுப் பொருள்களால் ஆகியுள்ளன. இந்தக் கூட்டுப் பொருள்களைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்த விஞ்ஞானிகள், அவற்றிலுள்ள மூலகப் பொருள்கள் என்னவென்று கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

நம் உடலிலுள்ள மூலகங்களில் முக்கியமானவை :—கார்பன் (கரி), ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன், நைட்டிரஜன், பாஸ்வரம், கந்தகம், கால்சியம், சோடியம், அயம் (இரும்பு). எனவே நாம் உட்கொள்ளும் உணவில் இந்த மூலகங்கள் எல்லாம் கூட்டுப் பொருள் உருவத்தில் இருக்கவேண்டும்.

உணவின் பகுதிப் பொருள்கள் : நாம் பல வகையான தானியங்களையும், பருப்பு வகைகளையும், காய்கறி பழங்களையும், பிராணிப் பொருள் வகைகளையும் உணவாகக் கொள்கிறோம். இவற்றை யெல்லாம் ஆராய்ந்து பார்த்த விஞ்ஞானிகள், உணவின் பகுதிப் பொருள்களை ஆறு வகையாகப் பிரித்திருக்கிறார்கள். இந்தப் பகுதிப் பொருள் ஒவ்வொன்றும் உடலுக்கு ஒவ்வொரு விதமான பயனைத் தருகிறது. பகுதிப் பொருள்கள் வருமாறு : (1) **கார்போ-ஹைடிரேட்டுகள்** (2) **கொழுப்புகள்** (3) **புரோட்டீன்கள்** (4) **தாது உப்புக்கள்** (5) **வைட்டமின்கள்** (6) **தண்ணீர்**. இவை ஒவ்வொன்றையும் பற்றிச் சற்று விவரமாகத் தெரிந்துகொள்வோம்.

கார்போ-ஹைடிரேட்டுகள் (carbohydrates) : இந்த வகைப் பகுதிப் பொருளில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகிய மூன்று மூலகங்கள் இருக்கின்றன. ஒரு வகையான கார்போ-ஹைடிரேட்டு தண்ணீரில் கரையாது ; இதுதான் **ஸ்டார்ச்சு**. அரிசி, கோதுமை, சோளம், கேழ்வரகு, உருளைக் கிழங்கு ஆகியவற்றிலுள்ள வெண்மையான மாவுப் பொருள் தான் ஸ்டார்ச்சு. மற்றொரு வகை கார்போ-ஹைடிரேட்டு தண்

ணீரில் கரையும்; இது சர்க்கரை. கரும்பு வெல்லம், பனை வெல்லம், அஸ்கா, கற்கண்டு, இனிப்பான பழ ரசங்கள் ஆகிய எல்லாம் சர்க்கரை வகைகளே. ஸ்டார்ச்சு, சர்க்கரை ஆகிய இரு வகைக் கார்போ-ஹைடிரேட்டுகளும் உடலின் செல்களை அமைக்க, அல்லது வளர்க்க உதவமாட்டா. இவை நாம் சுவாசிப்பதால் பெறும் ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி எரிந்து, வேலை செய்யச்



படம் 1. சக்தி தரும் உணவுகள்

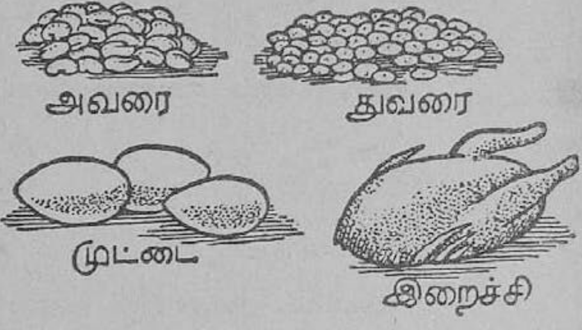
சக்தியும் உடலுக்கு வெப்பமும் தரக்கூடியவை. கார்போ-ஹைடிரேட்டு ஆக்ஸிஜனுடன் கூடி ஆக்ஸிகரணம் அடைவதால் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு கழிவுப் பொருளாக உண்டாகிறது. எல்லாத் தானியங்களிலும், கிழங்குகளிலும், கனிகளிலும் கார்போ-ஹைடிரேட்டுகள் அதிக அளவில் உள்ளன. அரிசியில் 78-79 சத வீதமும் கோதுமையில் 71 சத வீதமும், பட்டாணியில் 57 சத வீதமும், உருளைக் கிழங்கில் 23 சத வீதமும் வள்ளிக் கிழங்கில் 30 சத வீதமும் அவரையில் 60 சத வீதமும் ஆப்பிளில் 13 சத வீதமும் ஸ்டார்ச்சு காணப்படுகின்றது.

கொழுப்புகள் (fats): இவையும் கார்பன், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் ஆகிய மூன்று மூலகங்கள் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருள்களாகும். இவற்றில் கார்போ-ஹைடிரேட்டுகளில் இருப்பதைவிட அதிக விகிதத்தில் கார்பன் இருக்கிறது. ஆகையால் இவை ஆக்ஸிகரணம் அடையும்பொழுது அதிக சக்தியும் வெப்பமும் கிடைக்கும். நெய், எண்ணெய்கள், வெண்ணெய் ஆகியவை தனிக் கொழுப்புக்களாகும். எண்ணெய்ச் சத்துள்ள எள், வேர்க்கடலை, தேங்காய் முதலியவற்றிலும் கொழுப்பு அதிக விகி

தத்தில் இருக்கிறது. இவ்வித கொழுப்புகளுக்குத் **தாவரக் கொழுப்பு** (vegetable fat) என்று பெயர். முட்டை, பால், இறைச்சி, அல்லது மாமிச வகைகள், மீன், பறவைகளின் இறைச்சி முதலியவற்றிலும் கொழுப்பு அதிகம். இவைகள் **மிருகக் கொழுப்பு** (animal fat) எனப்படும். கொழுப்பினால் உடலுக்கு ஏற்படும் பயன், வேலை செய்யச் சக்தியும் வெப்பமும் தருவதுதான். உடலின் சில ஸெல்களில் கொழுப்பு சேமித்து வைக்கப்படும்; தேவையானபொழுது இது பயன்படும். திசுக்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு இவ்வகை ஆகாரம் உபயோகப் படுகிறது. குளிர்ப்பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்கள் உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்களைவிடத் தங்கள் ஆகாரத்தில் கொழுப்புகளை அதிக அளவில் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஏனெனில் இவை ஆக்ஸிகரணம் அடையும்பொழுது அதிக அளவு உஷ்ணம் ஏற்பட்டு, உடலின் உஷ்ண நிலை குறையாமல் வைக்கப்படும். மேலும் மிருகக் கொழுப்புகளில் *A*, *D* வைட்டமின்கள் இருக்கின்றன. கொழுப்பு உணவை அதிகமாக உட்கொள்ளும்பொழுது உணவின் அளவைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம். சாதாரண உணவுப் பொருள் சிலவற்றில் அடங்கி யுள்ள கொழுப்புப் பொருள்களின் அளவைப் பிற்சேர்க்கையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் அட்டவணையிலிருந்து அறியலாம்.

புரோட்டீன்கள் (proteins): இவ்வித உணவுப் பகுதி யின்றி உலகில் ஒருயிரும் வாழ முடியாது. உடல் வளர்ச்சிக்கும் உடலின் சிதைந்த திசுக்களைப் புதிதாக அமைப்பதற்கும் இவை மிகவும் அவசியமானவை. இவற்றில் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், ஆகிய மூன்றையும் தவிர, நைட்டிரஜன் என்ற மூலகமும் உண்டு. சில புரோட்டீன்களில் பாஸ்வரமும் கந்தகமும் சிறிதளவு இருக்கும். நம் உடலின் ஸெல்களில் நைட்டிரஜன் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருள்களும், பாஸ்வரமும், கந்தகம் சேர்ந்த கூட்டுப் பொருள்களும் இருக்கின்றன. ஆகையால், உடல் ஸெல்களை அமைப்பதற்குப் புரோட்டீன் கூட்டுப் பொருள்கள் இன்றியமையாதவை. இவை பழுதடைந்த திசுக்களையும் புதுப்பிக்கின்றன. ஜீரணமடையும் பொழுது

புரோட்டீன்கள் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. கடலை, மொச்சை, அவரை, துவரை, பாதாம், முந்திரிப் பருப்பு, முதலியவற்றில் புரோட்டீன்கள் அதிகம். இவை தாவரப் புரோட்டீன்கள். பால், முட்டை, இறைச்சி, தயிர், மோர் ஆகியவற்றில் பிராணிப் புரோட்டீன்கள் அதிகமுள்ளன. எனவே, உடலின் தசைப் பகுதிகள் நன்றாக வளர்ச்சியடைவதற்குப் போதுமான அளவு புரோட்டீன்களுள்ள உணவுப் பொருள்களை நாம் உட்கொள்ள வேண்டும். சிறுவர்கள், உடல் வளர்ச்சிக்காக அதிக அளவிலும், வயதானவர்கள் குறைந்த அளவிலும் புரோட்டீன்கள் உள்ள உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்ளவேண்டும். போதிய அளவு புரோட்டீன்கள் ஆகாரத்தில் சேராவிட்டால் உடல் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும்.



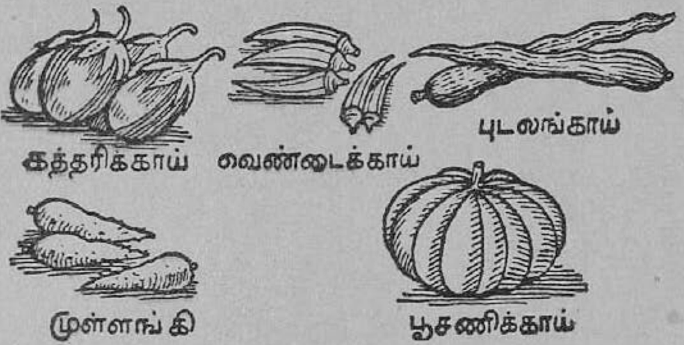
படம் 2. வளர்ச்சி தரும் உணவுகள்

கொடுக்கப்பட்ட அட்டவணையிலிருந்து பலவித உணவுப் பொருள்களில் அடங்கியுள்ள புரோட்டீன்களின் அளவுகளை அறிந்துகொள்ளலாம்.

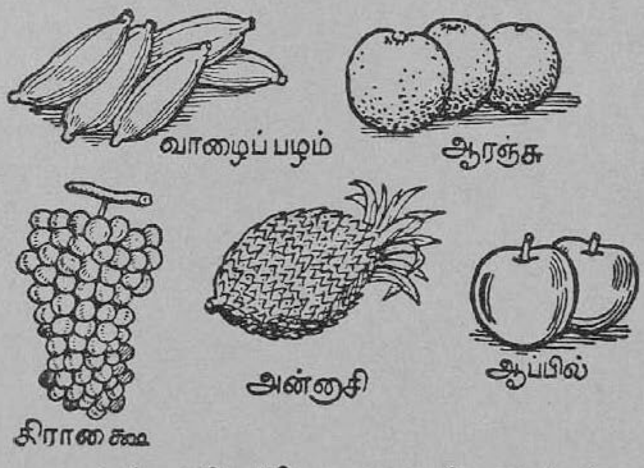
தாது உப்புக்கள் (mineral salts) : உடலுக்கு அவசியமான பொருள்களில் இவை முக்கியமானவை. உடலின் சில பகுதிகள் வளர்வதற்கும், உறுப்புகள் தம் தொழிலைச் சரிவரச் செய்வதற்கும் சில உப்புக்கள் இன்றியமையாதவை. எலும்பு பல் ஆகிய இரண்டின் சரியான அமைப்புக்குக் **கால்சியம் உப்புக்கள்** உணவில் போதுமான அளவு இருத்தல் அவசியம். **கால்சியம் பாஸ்வேட்டு** (calcium phosphate) எலும்புகளின் முக்கிய பாகமாகும். உறுதியான பற்கள் உண்டாவதற்கும் கால்சியம் உப்புக்கள் தேவை. ரத்தம் நன்னிலையில் இருக்க இரும்பு (அயம்) சேர்ந்த உப்புக்கள் வேண்டும். இரைப்பையில் சுரக்கும் ஜீரண நீருக்கு (digestive juice) சோடியம் குளோ

2742—24

ரைடு என்ற உப்பு வேண்டும். இந்த உப்புக்கள் நாம் புசிக்கும் சாதாரண உணவு வகைகளிலிருந்து நமக்குப் போதுமான அளவு கிடைத்துவிடும். காய்கறி பழங்களில் இந்த உப்புக்கள்



படம் 3. ஆரோக்கிய உணவுகள்—காய்கறிகள்



படம் 4. ஆரோக்கிய உணவுகள்—பழங்கள்

சற்று அதிகமாக உள்ளன. சோடியம் குளோரைடை மட்டும் சமையலில் உப்பாகவே சேர்க்கிறோம். மூளையிலும் நரம்புகளிலும் பாஸ்வேட்டுகள் ஒரு முக்கியப் பகுதியாகும்.

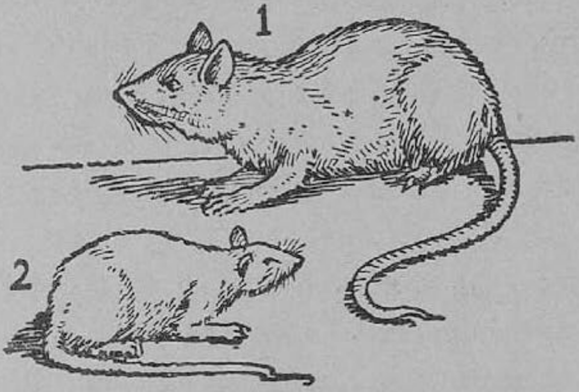
குழந்தைப் பருவத்தில் உடலில் கால்சியம் உப்புக் குறையுமானால் எலும்புக் கூட்டின் வளர்ச்சி குன்றும். ஆதலால் பாலும், மோரும் அதிக அளவில் அப்பருவத்தில் உட்கொள்ளுதல் அவசியம். முட்டையின் மஞ்சள் கருவில் கால்சியம்

உள்ளது. இறைச்சி, மீன், பால், வெண்டை, பீன்ஸ் முதலிய வற்றில் பாஸ்வரம் சற்று அதிக அளவில் இருக்கிறது. ஒரு மனிதனின் உடலில் சுமார் 3 கிராம் இரும்பும் 2·5 கிராம் அயொடினும் உள்ளன. இரும்பின் அளவு குறைவுபட்டால் ரத்த சோகை நோய் உண்டாகக்கூடும். அயொடின் அளவு குறைவு பட்டால் தைராயிடு சுரப்பிகள் (thyroid glands) விரிவடையும். ஆதலால் தான் சிறுவர்கள் மீன் எண்ணெயை அதிக மாக உட்கொள்ள வேண்டுமென்று டாக்டர்கள் வற்புறுத்து கிருர்கள்.

தண்ணீர் : நமது உடலமைப்பில் 60 சதவீதம் தண்ணீர். ஆகையால் தண்ணீரையும் உணவின் பகுதிப் பொருளாகத் தான் கொள்ள வேண்டும். உடலின் கழிவுப் பொருள்களான வேர்வை, சிறுநீர், மூச்சுக் காற்றிலுள்ள நீராவி ஆகியவற்றின் மூலமாக அதிக அளவு நீர் உடலைவிட்டு வெளியேறிக் கொண் டிருக்கிறது. இதை ஈடு செய்ய நம் உணவில் தண்ணீர் வேண்டும். தண்ணீர், உடலின் பகுதிகளை அமைப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல், உணவுகளைக் கரைத்து ஜீரணமாக்குவதற்கும், கழிவுப் பொருளைக் கரைத்து உடலிலிருந்து வெளியேற்றுவதற் கும் பயன்படுகிறது. எனவே தண்ணீரை உணவுடன் கலந்தும், பானங்களில் கலந்தும், சுத்த நீராகவும் நாம் உட்கொள்கிறோம். பச்சைக் கனிகள், இறைச்சி, மீன், பால் முதலியவற்றில் ஏராள மான அளவில் தண்ணீர் இருக்கிறது.

வைட்டமின்கள் (vitamins) : இவை நமது உணவில் மிகச் சிறிதளவேயுள்ள ரசாயனப் பொருள்களாகும். பொது வாக வைட்டமின்கள் எல்லாம் உடல் வளர்ச்சிக்கும் உடலின் ஆரோக்கிய நிலைக்கும் இன்றியமையாதவை. இவைகளின் குறைவினுல் ஸ்கர்வி, ரிக்கெட்ஸ் போன்ற சிற்சில நோய்கள் உண்டாகின்றன; உடல் மெலிகிறது. வெள்ளரி, கொய்யா, மா, காரட் முதலிய பச்சைக் காய்களில் இவை அதிகம் உண்டு. ஆரஞ்சு, ஆப்பிள் முதலிய பழங்களிலும் இவை அதிக அளவில் இருக்கின்றன. ஆதலால்தான் இவற்றைப் பச்சையாகவே உட்கொள்ளுதல் அவசியமாகிறது. பொருள்களைக் காற்றுப்பட

வைத்திருந்தாலும் அதிக உஷ்ண நிலையில் வைத்திருந்தாலும் இவைகளில் அடங்கியுள்ள வைட்டமின்கள் அழிந்து விடுகின்றன.



படம் 5. வைட்டமின் குறைவினால் ஏற்படும் விளைவு
1. வைட்டமின் உள்ள உணவு புசித்த எலி
2. வைட்டமின் அற்ற உணவு புசித்த எலி

வைட்டமின்களில் முக்கியமாக ஐந்து வகைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை வைட்டமின்கள் *A*, *B*, *C*, *D*, *E* என்பனவாம்.

வைட்டமின் A : நமது உணவில் வைட்டமின் *A* குறைவுபட்டால் கண் நோயும், தொண்டை மூக்கு சம்பந்தமான நோய்களும் உண்டாகும். இயற்கையில் இந்த வைட்டமின் ஏராளமாகக் கல்லீரலில் உற்பத்தியாகிறது. பச்சைக் கொத்தமல்லி, முருங்கக் கீரை, சிறுகீரை, கறிவேப்பிலை, பால், மீன் எண்ணெய், முட்டை போன்ற உணவுகளில் இது அதிகமாக உண்டு.

வைட்டமின் B : இது இருவகைப் படுகிறது. ஒன்று பெரி-பெரி (beri-beri) என்ற நோய் வராமல் தடுக்கிறது. அதனால் இதற்கு ஆன்டி-பெரி-பெரி வைட்டமின் (antiberi-beri) என்ற பெயர் வழங்கப்படுகிறது. இதயத் தசை பலம் குன்றி, கால்களில் வாதம் உண்டாகி, நரம்புத் தளர்ச்சி ஏற்படுவதுதான் பெரி-பெரி நோயின் அறிகுறிகள். நன்கு தீட்டிய அரிசியை உண்பதால் இந்நோய் உண்டாகிறது. அரிசித்-தவிடு, யீஸ்ட்டு, சில கீரை வகைகள் இவற்றில் இந்த வைட்டமின்

அதிகமுண்டு. அரிசியைத் தவிடு போகத் தீட்டினல் இந்த வைட்டமின் போய்விடுகிறது. புழுங்கல் அரிசியில் முதலில் புழுக்கும்பொழுது வைட்டமின் B அரிசிக்குள் பரவிவிடுகிறது. ஆகையால் அதைத் தீட்டினலும் வைட்டமின் B போவதில்லை. ஆகையால் கைக்குத்தல் அரிசியோ, புழுங்கலரிசியோ சாப்பிடு பவர்களுக்கு பெரி-பெரி நோய் வருவதில்லை. மற்ருெரு வகை யான வைட்டமின் B குறைவுபடுவதனுல்தான் சிலருக்கு வாய் ஓரங்களில் புண்கள் காணப்படுகின்றன.

வைட்டமின் C : இந்த வைட்டமின் குறைவான உண வையே புசித்து வந்தால் ஸ்கர்வி (scurvy) என்ற ரத்த சம்பந்த மான நோய் ஏற்படும். பற்கள் விழுதல், பல்லீற்றிலிருந்து ரத்தம் வடிதல், தோலில் சிவப்புப் பற்றுத் தோன்றல் இவை இந்த நோயின் அடையாளங்கள். பச்சைக் காய்கறிகளிலும் ஆரஞ்சு, தக்காளி முதலிய பழங்களிலும் இந்த வைட்டமின் அதிகமுண்டு. நெல்லிக்காயில் இது அதிகம்.

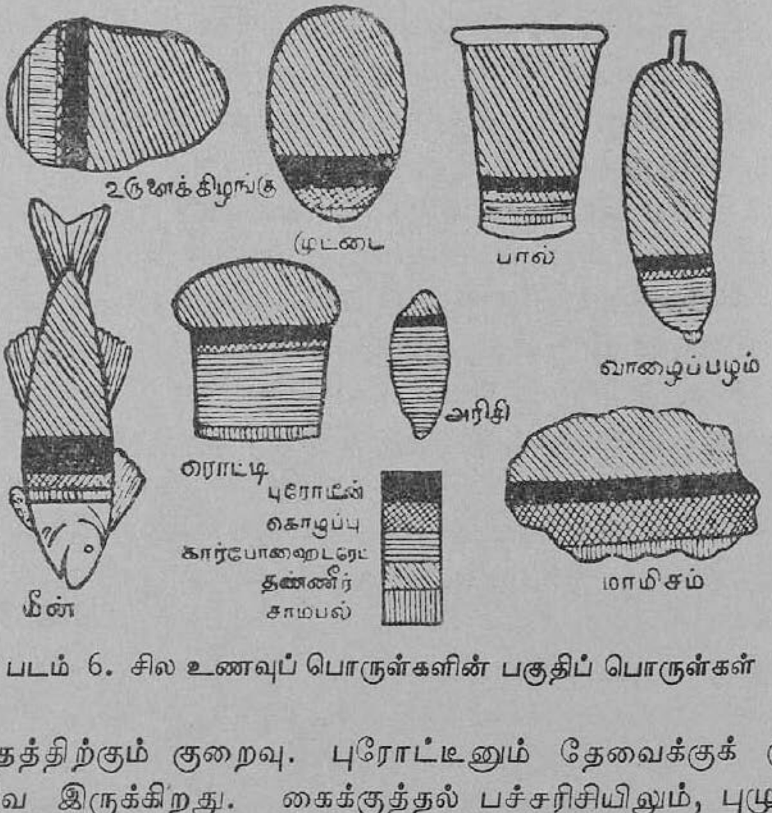
வைட்டமின் D : இவ் வைட்டமின் குறைவான உண வையே புசித்தால் எலும்புகளும் பற்களும் சரியாக வளரமாட்டா கப்பைக் கால், முட்டிக்கால் (bow-legs) போன்ற நோய் உண் டாகும். ரிக்கெட்ஸ் (Rickets) என்ற கணேநோய் அல்லது என்பு நோயும் உண்டாகிறது. மீன் எண்ணெய், பால், வெண்ணெய், முட்டை போன்ற உணவுகளில் இது அதிகமுண்டு. நேர் சூரிய ஒளி நம் தோலின்மீது பட்டால் வைட்டமின் D நமது உடம்பில் உண்டாகிறது. இந்நோய் சாதாரணமாகக் குளிர் தேசங்களில் தான் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வாழ்பவர்களின் உடலில் போதுமான அளவு சூரியகிரணம் படுவதனுலேயே இந்நோய் அவர்களுக்கு ஏற்படுவதில்லை.

வைட்டமின் E : இது இனப்பெருக்கத்திற்கு இருபாலார்க் கும் அவசியமானது. இது, கோதுமைமுளை, கீரை, பிற தானிய முளைகள் இவைகளில் அதிகம் அடங்கியுள்ளது.

சில உணவுப் பொருள்களின் உணவு மதிப்பு : நாம் ஆகாரமாக உட்கொள்ளும் பல வேறு பொருள்களை ஆராய்ச்சி செய்து, ஒவ்வொன்றிலும் எவ்வளவு கார்போஹைடிரேட்டுகள்,

கொழுப்புகள், புரோட்டீன்கள், தாது உப்புக்கள், தண்ணீர் அடங்கியுள்ளன என்று கண்டறிந்துள்ளார்கள்.

அரிசி, கோதுமை, கேழ்வரகு, சோளம், கம்பு ஆகிய தானியங்களில் கார்போஹைடிரேட்டு மிகவும் அதிகம். புரோட்டீன்களும் கொழுப்புகளும் குறைவு. அரிசியில் கொழுப்பு ஒரு



படம் 6. சில உணவுப் பொருள்களின் பகுதிப் பொருள்கள்

சதவீதத்திற்கும் குறைவு. புரோட்டீனும் தேவைக்குக் குறைவாகவே இருக்கிறது. கைக்குத்தல் பச்சரிசியிலும், புழுங்கல் அரிசியிலும் வைட்டமின் B உண்டு; ஆனால் நன்ருகத் தீட்டிய பச்சரிசியில் வைட்டமின் B-யில் பெரும்பகுதி தவிட்டுடன் போய் விடுகிறது. கோதுமையில் புரோட்டீன்கள் விகிதம் போதுமான அளவிலுண்டு; ஆனால் கொழுப்பு குறைவு. வைட்டமின் B, அரிசியிலுள்ளதைவிட அதிகமுண்டு. கேழ்வரகு, சோளம் ஆகியவற்றில் வைட்டமின் B குறைவு. மற்ற விஷயங்களில் இவை அரிசியைப் போலவே பயன் தரும். பிற தானியங்களைவிட கம்பு என்ற தானியத்தில் புரோட்டீனும் கொழுப்பும் தக்க விகிதத்தில்

அமைந்து இருப்பதால், அதை மிகச் சிறந்த தானிய உணவாகக் கொள்ளலாம்.

பயறு வகைகள் : துவரை, கடலை, உளுந்து பச்சைப் பயறு ஆகிய நான்கும் ஓரளவு உணவுத் திட்டத்தில் சேர்க்கப் படுகின்றன. இவற்றில் புரோட்டீன்கள் தேவைக்கு அதிகமா யுள்ளன. இவற்றிலும் கார்போஹைடிரேட்டுகள் உண்டு. B வைட்டமின் நிறைய இருக்கின்றது. எனவே அரிசியிலுள்ள புரோட்டீன் குறையைப் போக்குவதற்குப் பயறு வகைகளை ஓரளவு தினசரி உணவுடன் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இவற்றிலும் கொழுப்பு அதிகமில்லை.

எண்ணெய் வித்துக்கள் : வேர்க்கடலை, எள், வாதுமை, முந்திரிப்பருப்பு ஆகியவற்றில் கார்போஹைடிரேட்டு குறைவு. புரோட்டீன்கள் நம் தேவைக்கு அதிகம். கொழுப்புகள் மிகவும் அதிகமாயுள்ளன. இந்த நான்கிலும் 40 முதல் 60 சதவீதம் வரை கொழுப்பு உள்ளது. ஆகையால் இவற்றைச் சிறிதளவு உணவில் சேர்த்துக்கொண்டு, தானியங்களிலுள்ள கொழுப்புக் குறையைப் போக்கலாம். எண்ணெய், வெண்ணெய், நெய் ஆகிய தனிக் கொழுப்புக்களில் ஓரளவு சேர்த்துக் கொண்டாலும் தானிய உணவிலுள்ள கொழுப்புக் குறைபாடு நீங்கும்.

மாமிச வகைகள் : மீன், இறைச்சி ஆகியவற்றில் கார்போஹைடிரேட்டு இல்லை. புரோட்டீன் அதிகமுண்டு. கொழுப்பு சில மாமிச உணவுகளில் ஓரளவு உண்டு. இவற்றில் தண்ணீரின் விகிதம் அதிகம். இவற்றைச் சேர்த்துக் கொள்வ தால் புரோட்டீன் குறையைப் போக்கலாம். முட்டையில் புரோட்டீனும் கொழுப்பும் சம அளவில் உண்டு. மாமிச உணவு களில் A வைட்டமின் இருக்கிறது.

காய்கறிகள், பழங்கள் : பச்சைக் காய்கறிகளிலும் பழங் களிலும் கார்போஹைடிரேட்டு சிறிதளவுதான். தாது உப்புக் களும் C வைட்டமின்களும் அதிகம். கீரைகளில் தாது உப்புக் களும் வைட்டமின்களும் அதிகமுள்ளன. இவற்றைத் தாராள மாகச் சேர்த்துக்கொண்டால் மலச்சிக்கல் என்ற நோய் ஏற்படாது.

பாலும் பால் பொருள்களும் : பசுவின் பாலை நாம் அதிகமாக உபயோகிக்கிறோம். எனினும் எருமைப் பால், ஆட்டுப் பால் ஆகியவைகளும் ஓரளவு உபயோகப்படுகின்றன. பசுவின் பாலில் தண்ணீரின் சதவீதம் சுமார் 88. சர்க்கரை உருவத்தில் 5 சதவீதம் கார்போஹைடிரேட்டும், கொழுப்பும் புரோட்டீனும் தனித்தனி 3½ சதவீதமும் இருக்கின்றன. A, B, D ஆகிய மூன்று வைட்டமின்களும் கால்சிய உப்பும் பாலில் உண்டு. ஆகவே குழந்தைகளுக்குப் பால் ஒன்றே போதுமான முழு உணவாகிறது. ஆனால் வயது வந்தவர்களுக்குப் பாலில் உள்ள கார்போ-ஹைடிரேட்டின் அளவு குறைவாயுள்ளது. இக் காரணத்தால் பால் மட்டுமே புசித்துவிட்டு நாம் இருக்க முடியாது. தினசரி ஏழெட்டு அவுன்சு பாலை நாம் நம் உணவுத் திட்டத்தில் சேர்த்துக் கொண்டால், தானிய உணவிலுள்ள புரோட்டீன் கொழுப்புக் குறைபாடுகள் நீங்கும். பசுவின் பாலைவிட எருமைப் பாலில் கொழுப்பின் சதவீதம் அதிகம். ஆகையால் இது குழந்தைகளுக்கு ஏற்ற உணவன்று. வயதானவர்கள்கூட எருமைப் பாலைப் பாலாகவே குடிக்காமல், அதிலிருந்து தயிர், நெய் முதலிய பொருள்களைத் தயாரித்தே உபயோகிக்கிறார்கள்.

படம் 7. பாலும் பால் பொருள்களும்

பாலிலிருந்து கிடைக்கும் உணவுப் பொருள்களில் தயிர், மோர், வெண்ணெய், நெய் ஆகியவை முக்கியமானவை. பாலிலுள்ள புரோட்டீன்கள், வைட்டமின்கள், கொழுப்பு, கார்போஹைடிரேட்டுகள் எல்லாம் தயிரிலும் உண்டு. தயிரைக் கடைந்து வெண்ணெயை எடுத்துவிட்டுத் தான் பெரும்பாலும் மோர் தயாரிக்கப்படுவதால் மோரில் கொழுப்புச் சத்தைத் தவிர எஞ்சிய சத்துக்கள் எல்லாம் இருக்கும். மோர் எளிதில் ஜீரணமாகும் ஓர் உணவுப் பொருள். எனவே தினசரி உணவுத் திட்டத்தில் ஓரளவு தயிரையும் மோரையும் சேர்த்துக் கொள்வது

நல்லது. இவற்றிலுள்ள பாக்டீரியாக்கள், நம் குடலில் உணவுப் பொருள்கள் அழுகாமல் காக்கும். பாலிலிருந்து தயாரிக்கப் படும் பாலடைக்கட்டி (cheese) என்ற ஒருவகை உணவுப் பொருளில் புரோட்டீனும் கொழுப்பும் அதிகம். ஆதலால் அது அதிக சத்துள்ள உணவுப் பொருள். வெண்ணெய் கொழுப்பு அதிகமுள்ள உணவுப் பொருள். நெய் தனிக் கொழுப்புப் பொருள். நல்லெண்ணெய், தேங்காய் எண்ணெய் போன்ற தாவர எண்ணெய்களைவிடப் பிராணிக் கொழுப்பான நெய் எளிதில் ஜீரணமாகும்.

கலப்பு உணவும் சரிவிகித உணவும்: நடுத்தர வயதும் ஆரோக்கிய நிலையும் உள்ள ஒருவருக்குத் தினசரி தண்ணீர் நீங்கலாக சுமார் 20 அவுன்ஸ் எடையுள்ள உணவு வேண்டும். இதில் $2\frac{1}{2}$ அவுன்ஸ் புரோட்டீனும் $2\frac{1}{2}$ அவுன்ஸ் கொழுப்பும் எஞ்சியது கார்போஹைடிரேட்டாகவும் இருக்க வேண்டும். சத வீதத்தில் கூறினுல், தண்ணீர் நீங்கலாக, சுமார் 75% கார்போ ஹைடிரேட்டும் $12\frac{1}{2}$% புரோட்டீனும் $12\frac{1}{2}$% கொழுப்பும் நம் உணவில் இருக்க வேண்டும்.

தென்னிந்தியர்களின் முக்கிய உணவாகிய அரிசியைக் கணக்கிட்டால் அதில் 91% கார்போஹைடிரேட்டும் $8\frac{1}{2}$% புரோட் டீனும் $\frac{1}{2}$% கொழுப்பும் இருக்கின்றன. எனவே அரிசிச் சோறு ஒன்றையே புசிக்கும் ஒருவருக்கு கார்போஹைடிரேட்டு மிகுந்த அளவில் கிடைக்கும். புரோட்டீனில் தேவையானதற்குப் பாதியே கிடைக்கும். கொழுப்பு அநேகமாகக் கிடைக்காது. மாமிச உணவுகளான இறைச்சியிலும் முட்டையிலும் கார்போ ஹைடிரேட்டு இல்லை. புரோட்டீனும் கொழுப்புமே உள்ளன. இதனுல்தான் அரிசியையே அதிகமாக உட்கொள்கிறவர்களும் மாமிச உணவையே மிகுதியாகப் புசிப்பவர்களும் உணவுக் குறைபாடுகளால் நோயுறுகிறுர்கள்.

எனவே அரிசியை முக்கிய உணவாகக் கொண்டிருப்பவர் கள் புரோட்டீனைப் பெறுவதற்கு, துவரை, கடலை போன்ற பயறு வகைகளையும், கொழுப்பைப் பெறுவதற்கு நெய், பால் எண்ணெய் முதலியவற்றையும் போதுமான அளவு உணவுடன்

சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மாமிச உணவு சேர்ப்பவர்கள், இறைச்சி, மீன், முட்டை ஆகியவற்றைச் சேர்த்து புரோட்டீனை யும் கொழுப்பையும் பெறலாம். கோதுமையில் கார்போஹைடி ரேட்டு, புரோட்டீன், கொழுப்பு ஆகியவற்றின் விகிதம் அரிசி யிலுள்ளதைக் காட்டிலும் சிறந்ததாக அமைந்திருத்தலால் கோதுமை சிறந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது.

மேற்கூறிய மூன்று பகுதிகளுடன் உடலில் எல்லா உறுப் புக்களும் நன்கு வளரவும், ஆரோக்கிய நிலையிலிருக்கவும் தாது உப்புக்களும் வைட்டமின்களும் போதுமான அளவில் இருக்க வேண்டுமாதலால் இவைகள் அதிக அளவில் கிடைக்கக்கூடிய காய்கறி, கீரை வகைகளையும் பழங்களையும் நம் உணவுடன் சேர்த்துக்கொள்வது அவசியம். இங்ஙனம் பலவித உணவுப் பொருள்களைக் கலந்து உணவுத் திட்டத்தில் அமைத்துக் கொள் வதுதான் **கலப்பு உணவு** (mixed diet) என்று சொல்லப் படுகிறது.

நாம் அரிசியுடன் பருப்பு வகைகளையும் காய்கறிகளையும் கலந்து தான் புசிக்கிறோம். எனினும் இது பெயரளவுக்குக் கலப்பு உணவாயிருக்குமேயல்லாமல் பகுதிப் பொருள்கள் சரி யான விகிதத்தில் அமையவில்லை. பகுதிப்பொருள்கள் சரியான விகிதத்திலிருக்க பருப்பு வகைகளை இன்னும் அதிக அளவிலும், வைட்டமின்களும் தாது உப்புக்களும் அதிகம் கிடைக்க, காய் கறிகளையும் பழங்களையும் அதிகமாகவும், புரோட்டீனும் கொழுப் பும் அதிகம் கிடைக்க, பாலையும் உணவுடன் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இவ்விதம் நமக்குத் தேவையான பகுதிப்பொருள்க ளெல்லாம் சரியான விகிதத்தில் அமைந்துள்ள கலப்பு உணவு தான் சரிவிகித உணவு (balanced diet) எனப்படும்.

உணவுத் திட்டமும், உணவின் வெப்ப மதிப்பும்: உண வுப் பொருள் நமக்குச் சக்தியைக் கொடுக்கிறது என்று பார்த்தோமல்லவா? சக்தி என்பதே வெப்பம். அடுப்பில் எரிக் கும் கரிக்குத் தகுந்தபடி வெப்பம் ஏற்படுதல்போல உணவின் தன்மைக்குத் தகுந்த சக்தி அல்லது வெப்பம் உடலில் உண்டா கிறது. உணவு கொடுக்கும் வெப்பத்தை (சக்தியை) (fuel

value) அளக்கப் பெரிய கலோரி என்ற அலகு உபயோகிக்கப் படுகிறது. 1000 கிராம் எடையுள்ள நீரின் உஷ்ண நிலையை 1°C உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் ஒரு பெரிய கலோரி எனப்படும். நாம் உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள் களின் வெப்ப மதிப்பை அறிய அதனிலடங்கியுள்ள புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு, தாது உப்புக்கள் ஆகிய பகுதிப் பொருள்களின் அளவுகளைக் காணவேண்டும். 1 கிராம் கார்போஹைடிரேட்டு 4·1 கலோரியும், 1 கிராம் புரோட்டீன் 4·9 கலோரியும், 1 கிராம் கொழுப்பு 9·3 கலோரியும் வெப்பத்தைத் தருகின்றன.

நம் நாட்டில் சாதாரணமாக வேலை செய்யும் ஒருவருக்குத் தினம் ஒன்றுக்கு 2500 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்பைக் கொடுக்கும் ஆகாரம் தேவையெனக் கணக்கிட்டிருக்கிருர்கள். தொழிற்சாலை களில் வேலை செய்பவர்களுக்கும், விவசாயிகளுக்கும், கடின வேலை செய்பவர்களுக்கும் சுமார் 2600 முதல் 3000 கலோரிகள் வரை வெப்ப மதிப்புள்ள ஆகாரம் தேவைப்படும். உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் வசிப்பவர்களுக்குச் சுமார் 2200 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்புள்ள ஆகாரம் போதுமானது. மித உஷ்ணப் பிரதேசத்தில் வசிக்கும் சாதாரண தினசரி வாழ்க்கையை நடத்து பவர்களுக்கு 2400 கலோரிகள் வெப்ப மதிப்புள்ள உணவு தேவை.

கேள்விகள்

1. நாம் உட்கொள்ளும் உணவு நமக்கு என்ன பயன்களைத் தருகிறது?
2. உணவின் பகுதிப் பொருள்கள் யாவை?
3. கார்போ ஹைடிரேட்டுகளில் இருவகைகள் யாவை? உதாரணங் கள் தருக.
4. கார்போஹைடிரேட்டில் இல்லாத எந்த மூலகம் புரோட்டீனில் இருக்கிறது?
5. புரோட்டீன்கள் நம் உடலுக்கு எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
6. எவ்வகை உணவு உடலுக்குச் சக்தியைத் தருகிறது?
7. கொழுப்பு நமக்கு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

8. தாது உப்புக்கள் உடலுக்கு இன்றியமையாதன. எவ்விதம்?

9. பால் ஏன் சிறந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது?

10. நமது உடலில் தண்ணீர் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

11. தண்ணீரும் ஓர் உணவு என்று கருதப்படுவதேன்?

12. வைட்டமின் A அதிகமுள்ள உணவுகளைக் கூறுக. இதன் குறைவினுல் ஏற்படும் வியாதி யாது?

13. வைட்டமின் B அதிகமுள்ள சில உணவுப் பொருள்களைக் கூறுக. இந்த வைட்டமின் குறைந்தால் எற்படும் நோய்கள் யாவை?

14. வைட்டமின் C, வைட்டமின் D, இவற்றைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுது.

15. கால்ஸியம், சோடியம், இவற்றின் உப்புக்கள் நமது உடலுக்கு எவ்விதம் பயன்படுகின்றன?

16. கலப்பு உணவு, சரி விகித உணவு—இவற்றை விளக்கிக் கூறுக.

17. அரிசியைக் காட்டிலும் கோதுமை எவ்விதத்தில் சிறந்த உணவாகிறது?

18. அரிசிச் சோறு மட்டும் உட்கொள்ளும் ஒருவருடைய உணவு எவ்விதங்களில் குறைபாடுள்ளது?

19. காய்கறி கீரைகளையும் பழங்களையும் அதிகமாகச் சேர்த்துக்கொள்வதால் ஏற்படும் நன்மைகள் என்ன?

20. மோரை உணவுடன் சேர்த்துக் கொள்வதால் ஏற்படும் நன்மை என்ன?

21. அரிசியில் எந்த வகையான அரிசி சிறந்தது? ஏன்?

22. கம்பு தானியத்தை ஏன் மிகச் சிறந்த உணவாகக் கொள்ளலாம்?

23. கைக்குத்தல் பச்சரிசி, எந்திரத்தில் நன்ருகத் தீட்டிய பச்சரிசி, புழுங்கல் அரிசி—இவற்றை ஒப்பிடு.

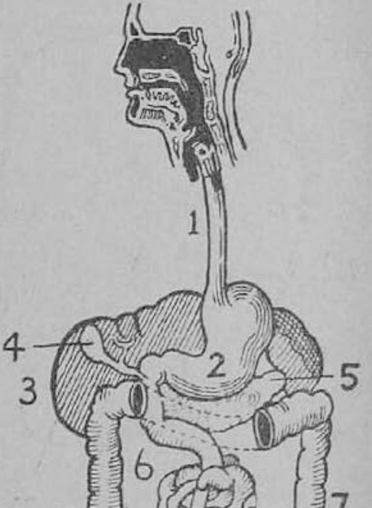
24. தானிய வகைகளில் அதிகமாயுள்ள உணவுப் பகுதி எது? எது குறைவாயுள்ளது?

25. உணவின் வெப்ப மதிப்பென்ருல் என்ன? அது எவ்வாறு அளக்கப்படுகிறது? தினசரி உணவுத் திட்டத்தில் எவ்வளவு வெப்ப மதிப்புள்ள உணவு அடங்கியிருக்க வேண்டும்?

2. ஜீரண மண்டலம்

(ஜீரணம்—என்ஸைம்கள்—அவற்றின் வேலைகள்—பல வகைப்பட்ட உணவுகளில் கிரியை—உணவுப் பாதை—திசுக்களுக்கு உணவு செல்லும் வகை—தன்மயமாதல்—பற்களின் அமைப்பும் அவற்றின் பாதுகாப்பும்.)

நாம் உட்கொள்ளும் பொருள்களில், புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு முதலிய பகுதிகள் அடங்கியுள்ளன என்று முன் பாடத்தில் படித்தோம். அவை அவ்வுருவங்களிலேயே, திடப் பொருளாகவே, திசுக்களுக்குச் செல்ல முடியாது. திசுக்களுக்குச் சென்று பயன்படும்படி செய்ய, உடம்பில் ஓடும் ரத்தம் அவற்றை எடுத்துச் செல்லும்படி அவைகள் முதலில் திரவப் பொருளாக மாற்றப்படவேண்டும்; ரத்தத்துடன் கலக்கும்படி செய்யவேண்டும். இவ்விதம் நாம் உட்கொள்ளும் உணவு திசுக்களுக்குப் பயன்படுமாறு கரைசலாக மாற்றப்படுவதற்கு ஜீரணமாதல் அல்லது **ஜீரணம்** (digestion) என்று பெயர்.

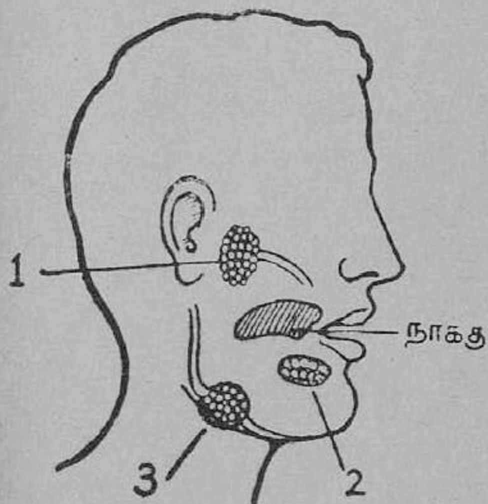


படம் 8. உணவுப் பாதை
1. உணவுக் குழல்,
2. இரைப்பை, 3. கல்லீரல்,
4. பித்தப்பை, 5. கணையம்,
6. சிறுகுடல்,
7. பெருங்குடல்

நாம் உட்கொள்ளும் உணவு எவ்விதம் எவ்விடங்களில் திரவப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது என்றும், மாறுதலுக்குப் பிறகு என்ன நேரிடுகிறது என்றும் அது நமக்கு எவ்விதம் பயனளிக்கிறது என்றும் இப்பாடத்தில் கவனிப்போம்.

உணவுப் பாதை (alimentary canal): உணவுப் பாதையின் ஆரம்பம் வாய். நாம் உணவை வாயில் போட்டவுடன் அதைப் பற்கள் அரைக்கின்றன. நாக்கு புரட்டிக் கொடுக்கிறது.

வாயினுள் மூன்று ஜதை **எச்சில் சுரப்பிகள்** அல்லது **உமிழ் நீர்ச் சுரப்பிகள்** (salivary glands) இருக்கின்றன. வாயினுள் இரு காதுகளினருகே ஒரு ஜதை சுரப்பிகள் உள்ளன. இவைகள் **பெருஞ்சுரப்பிகள்** (parotid glands) எனப்படும். **கீழ்த்தாடையின்** இரு பக்கங்களிலும் உட்புறமாக ஒரு ஜதை அமைந்திருக்கிறது. இவை **தாடைக் கீழ்ச்சுரப்பிகள்** (submaxillary glands) எனப்படும். நாக்கின் அடியில் மூன்ருவது ஜதை அமைந்துள்ளது. இவை **நாவின் கீழ்ச்சுரப்பிகள்** (sublingual glands) எனப்படும். இம்மூன்று ஜதை சுரப்பிகளிலிருந்தும் உமிழ் நீர் வெளிவருகிறது. வாயில் உணவு அரைக்கப்படும்போது உமிழ் நீருடன் கலக்கிறது. உமிழ்நீர் (saliva) காரத் தன்மையுடைய ஒரு திரவம். இதில் நீரும், சில உப்புகளும், டயலின் (ptyalin), என்ற என்ஸைமும் அடங்கியுள்ளன. டயலின் ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக மாற்றும் குணம் உடையது. எனவே, ஒருவன் உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்கள் பற்களால் நன்ருக அரைக்கப்பட்டு மிருதுவாக மாறி உமிழ் நீருடன் கலந்ததும், அப்பொருள்களில் அடங்கியுள்ள கார்போஹைடிரேட்டுகளில் ஒரு பகுதியான ஸ்டார்ச்சு, சர்க்கரையாக மாற்றப்படுகின்றது.

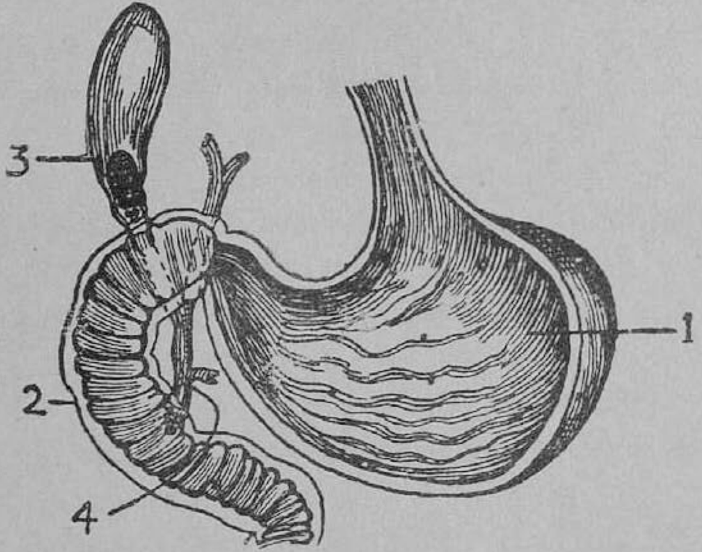


படம் 9. உமிழ் நீர் சுரப்பிகள்
1. பெருஞ் சுரப்பி
2. தாடைக் கீழ் சுரப்பி
3. நாவின் கீழ் சுரப்பி

மேலும் உணவுப் பொருள்கள் மிருதுவாக ஆவதுடன் எச்சிலில் கலப்பதால் எளிதில் விழுங்கக்கூடிய தன்மையை அடைகின்றன. இவ்வுணவு வாயிலிருந்து தொண்டையின் வழியாக உணவுக் குழலை (gullet) அடைகிறது. உணவுக் குழல் கழுத்தின் மத்திய பாகத்தில் அமைந்துள்ள ஒரு தசைக் குழல்.

இது பல தசை வளையங்களால் ஆனது. உணவு இந்தக் குழலின் ஒரு பாகத்தை யடைந்ததும் அங்குள்ள வளையங்கள் சுருங்கி உணவை நெருக்கி, அடியிலுள்ள வளையங்களுக்கு அனுப்புகின்றன. இவ்விதம் நெருக்கப்பட்டுப் படிப்படியாக உணவு இரைப்பையை (stomach) அடைகிறது.

இரைப்பை : இரைப்பை உதர விதானத்தின் (diaphragm) கீழ்ப்பாகத்தில் இடது பக்கமாக இருக்கிறது. இதன் மேல்வாய் உணவுக் குழலுடனும், கீழ்வாய் சிறுகுடலுடனும் இணைக்கப்பட்



படம் 10. இரைப்பையும் முன் சிறு குடலும்
1. இரைப்பை, 2. முன் சிறு குடல், 3. பித்தப்பை, 4. பித்த நீரும் கணைய நீரும் முன் சிறு குடலுக்கு வரும் நாளம்

டிருக்கின்றன. இரைப்பையின் உட்புறச் சுவர்களின் மீதுள்ள சிலேட்டுமப் படலத்தில் (mucous membrane) நுட்பமான இரைப்பை நீர்ச் சுரப்பிகள் (gastric glands) உள்ளன. இச்சுரப்பிகள் **இரைப்பை நீர்** (gastric juice) என்ற ஒரு திரவத்தைச் சுரக்கின்றன. இரைப்பை நீர் தெளிவான அமில குணமுடைய ஒரு திரவம். இதில் சிறிது ஹைடிரோ குளோரிக அமிலமும் (hydrochloric acid) சிறிது தண்ணீர், உப்புக்கள், பெப்ஸின் (pepsin) என்ற என்ஸைம் ஆகியவையும் அடங்கி

யுள்ளன. உணவு இரைப்பையை அடைந்தவுடன், இரைப்பையிலுள்ள தசைகள் குறுகித் தளர்ந்து உணவை நாற்புறமும் அழுத்திப் புரட்டுகின்றன. இதனால் உணவு இரைப்பை நீருடன் நன்றாகக் கலக்கப்படுகிறது. இரைப்பை நீர் உணவிலுள்ள புரோட்டீன்களைத் தகர்த்து **பெப்டோன்கள்** (peptone) என்ற கரையக்கூடிய பொருளாக மாற்றுகிறது. இந்நீரிலுள்ள ஹைட்ரோகுளோரிக அமிலம் உணவிலுள்ள கிருமிகளை அழித்து விடுகிறது. இரைப்பை நீர், கார்போ ஹைடிரேட்டுகளிலும் கொழுப்புகளிலும் எவ்வித மாறுதலையும் உண்டாக்குவதில்லை.

முன்சிறுகுடல்: உணவுப் பொருள்கள் இரைப்பையில் சுமார் மூன்று அல்லது நான்கு மணிநேரம் தங்கியபின் இரைப்பை நீருடன் கலந்து நன்றாக அரைபடுவதால் ஒருவிதக் குழம்பாக மாறுகிறது. இக்குழம்பிற்கு அல்லது கூழ்போன்ற பொருளுக்கு **இரைப்பைப் பாகு** (chyme) என்று பெயர். இது இரைப்பையிலிருந்து குடல்வாய் வழியாக முன்சிறுகுடலை (duodenum) அடைகிறது. இவ்விடத்தில் கல்லீரலிலிருந்து (liver) ஒரு குழாயின் வழியாகப் **பித்த நீரும்** (bile), கணையத்திலிருந்து (pancreas) ஒரு குழாயின் வழியாகக் **கணையநீரும்** (pancreatic juice) வந்து கலக்கின்றன. இவற்றைத் தவிர, சிறுகுடலிலுள்ள குடல் நீர்ச் சுரப்பிகள் (intestinal glands) சுரக்கும் குடல் நீர் (intestinal juice) என்ற ஒரு ஜீரண நீரும் வந்து சேர்கிறது. இந்நீர்களெல்லாம் குழம்பு போன்ற உணவுடன் நன்றாகக் கலக்கின்றன.

கல்லீரல் உதரவிதானத்தின் கீழ் வலது பாகத்தில் அமைந்துள்ளது. இதில் இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பாகத்திலும் பித்தநீர் சுரக்கிறது. இது அந்தந்தப் பாகத்திலிருந்து தனித்தனி நாளங்களின் (ducts) வழியாகப் பித்தப்பை (gall bladder) என்னும் உறுப்பையடைந்து அங்கிருந்து வேறொரு குழாயின் வழியாகச் சிறுகுடலை அடைகிறது. பித்தநீர், மஞ்சள் நிறமுள்ள காரகுணமுள்ள திரவம்; பித்த நீருக்கு விஷம் தடுக்கும் (antiseptic) குணம் உண்டு. ஆதலால் குடலில் வந்து சேரும் உணவைக் கெடாமல் பாதுகாக்

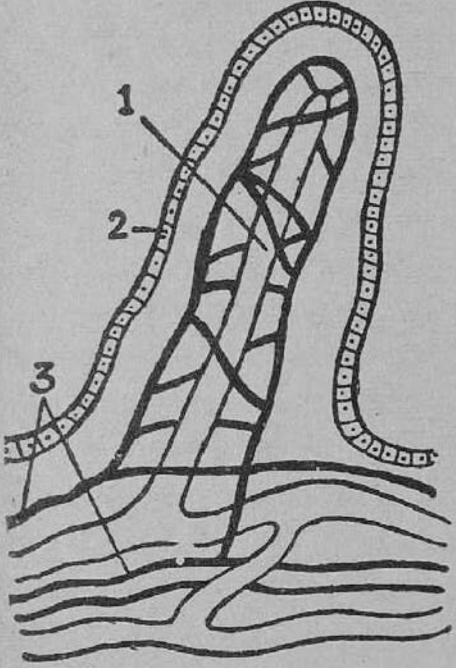
கிறது. பித்த நீருக்குத் தனியே ஜீரணிக்கும் சக்தி இல்லே. கணைய நீருடன் சேர்ந்து, கொழுப்புகளே அமிலங்களாகவும் கிளிசரிஞகவும் மாற்றிக் கூழ்ப்பாலாகச் செய்கின்றது.

கணையம் என்னும் உறுப்பு, முன்சிறுகுடலுக்கும் மண்ணீரலுக்கும் (spleen) இடையேயுள்ளது. இதில் சுரக்கும் கணையநீர் ஒரு குழாயின் வழியாக வந்து பித்த நீருடன் சேர்ந்து, இரு ஜீரண நீர்களும், முன் சிறுகுடலே அடைகின்றன. கணையநீர் நிறமற்ற திரவம். இதில் தண்ணீர், உப்புக்கள், **டிரைப்சின்** (trypsin), **அமைலேஸ்** (amylase), லேபேஸ் (lipase) என்ற என்ஸைம்கள் அடங்கியுள்ளன. இம் மூன்று என்ஸைம்களும் முறையே உணவுப் பொருளிலுள்ள புரோட்டீன், கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு ஆகிய பொருள்களே ஜீரணிக்கின்றன. டிரைப்ஸின் என்ற என்ஸைம் புரோட்டீனே ஜீரணித்து **அமிஞே அமிலங்களாக** (amino-acids) மாற்றுகிறது. லேபேஸ் என்ற என்ஸைம் கொழுப்பை ஜீரணித்து கிளிஸரிஞகவும் கொழுப்பு அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது. அமைலேஸ், கார்போஹைடிரேட்டுகளே ஜீரணித்து மால்டோஸ் (maltose) என்று ஒருவகைச் சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது.

குடல்நீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து ஊறும் குடல்நீர், குடலில் வந்து சேரும் குழம்பு போன்ற உணவில் மிகுந்துள்ள புரோட்டீன்களேயும் கார்போ ஹைடிரேட்டுகளேயும் ஜீரணிக்கிறது. இக் குடல் நீரில் உள்ள எரிப்சின், சுக்ரேஸ், மால்டேஸ், லாக்டேஸ் என்ற என்ஸைம்கள் இவ்வேலேயைச் செய்கின்றன. இவ்விதம் எல்லாவித உணவுப் பொருள்களும் சிறுகுடலின் முன் பாகத்தில் ஜீரணிக்கப்படுகின்றன; அதாவது ரத்தத்தில் உறிஞ்சிக் கொள்ளக்கூடிய கரைசல்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்தக் கரைசல்களிலிருந்து சத்தான பகுதிகள் சிறு குடலில் உறிஞ்சப் படுகின்றன. எஞ்சிய பொருள்கள் பெருங்குடலுக்குள் தள்ளப் படுகின்றன.

பெருங்குடல்: கூழ் நிலேயிலிருக்கும் பொருளாகிய குடற் பால் (chyle) என்னும் பொருளில் உள்ள சத்துப் பொருள்கள் உட்கிரகிக்கப்பட்டதும், மிகுதியுள்ள பொருள்களில் கலந்துள்ள

தண்ணீரை மட்டும் சுமார் 6 அடி நீளமுள்ள **பெருங்குடல்** (large intestines) உறிஞ்சிக் கொள்ளும். உடம்புக்கு உபயோக மில்லாத கெட்டியான பகுதியும், ஜீரணிக்கப்படாத பொருள் களும், உட்கிரகிக்க முடியாத பொருள்களும், மலக்குடலின் (rectum) வழியாக அவ்வப் பொழுது மலமாக வெளியே கழிக் கப் படுகின்றன.



படம். 11. குடலுறிஞ்சி
1. குடற்பால் குழல்
2. குடலுறிஞ்சியின் சுவர்
3. தந்துகி ரத்தக் குழாய்

சிறு குடலில் உட்கிரகித்தல் (absorption): உணவுப்பொருள் களின் ஜீரணமான பகுதி சிறு குடலில் ரத்தத்தில் கலக்கின்றது. அதற்கேற்றவாறு சுமார் 20 அடி நீளமுள்ள சிறு குடலின் உட் புறத்தில் நுண்ணிய விரல் போன்ற கணக்கற்ற உறுப்புகள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இவை **குடலுறிஞ்சிகள்** (villi) எனப்படும். இவைகளின் தோற் றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இவை குடலின் சுவரிலிருந்து உள்நோக்கி வளர்ந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குடலுறிஞ்சியினுள் ளும் ஒரு குழல் தொடங்குகிறது. இவ்விதக் குழல்கள் **குடற்பால் குழல்கள்** (lacteals) எனப்படும். இக் குழலைச் சுற்றி மெல்லிய மயிரிழை போன்ற கணக்கற்ற ரத்த தந்துகிக் குழாய்கள் வலை போல் சூழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன.

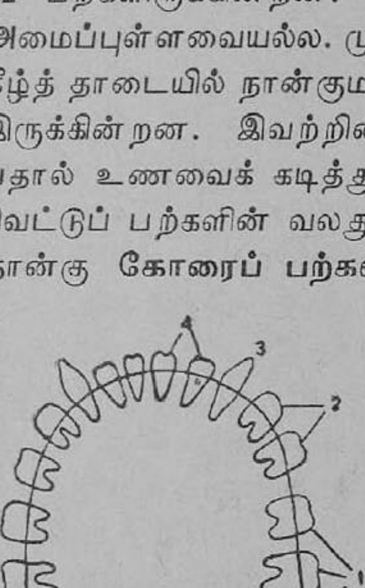
சர்க்கரைப் பொருள்களும், அமினோ அமிலங்களும் ரத்த தந்துகிகளில் கிரகிக்கப்பட்டு, ரத்தக் குழாய்களில் சேர்ந்து ரத்தத்துடன் கலந்து, **போர்ட்டல் சிரையின்** (portal vein) வழி யாகக் கல்லீரலை யடைந்து, அங்கு சில மாறுதல்களை அடைந்த பிறகு கல்லீரல் சிரையின் வழியாகக் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையை

யடைந்து இதயத்தை அடைகின்றன. உடனடியான தேவைக்கு அதிகமாயுள்ள சர்க்கரை, கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்பட்டுக் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. ஜீரணமான கொழுப்பு குடற்பால் குழல்களால் உறிஞ்சப்படுகிறது. குடற்பால் குழல் ஒவ்வொன்றும் நிண நீர்க் குழாய்களோடு (lymphatic vessels) பொருந்தியுள்ளது. நிணநீர்க்குழாய்கள் மார்நிணநீர் நாளத்தினுடன் (thoracic duct) சேருகிறது. இந்நாளம் கழுத்து பாகத்தில் இடது காறையடி சிரையைச் சேருகிறது. எனவே குடற்பால் குழல்களால் உறிஞ்சப்பட்ட கொழுப்புப் பொருள்கள் மார் நிணநீர் நாளத்தை அடைந்து அங்கிருந்து இடது காறையடி சிரையின் வழியாக மேற் பெருஞ் சிரையின் ரத்தத்துடன் கலந்து இதயத்தை அடைகின்றன. இவ்விதம் ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் சிறு குடலில் உறிஞ்சப் படுவதற்குத்தான் உட்கிரகித்தல் (absorption) என்று பெயர்.

தன் மயமாக்கல் : ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்கள் ரத்தத்துடன் கலந்து இதயத்தை அடைந்து அங்கிருந்து தமனி களின் வழியாக உடலின் எல்லா உறுப்புகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பெரிய தமனிகள் சிறிய தமனிகளாகப் பிரிந்து, சிறிய தமனிகள் மயிரிழை போன்ற தந்துகிகளாகப் பிரிகின்றன. தந்துகிகள் திசுக்களின் மத்தியில் செல்லும்பொழுது இவற்றின் மெல்லிய சுவர்களின் வழியாக உணவுச் சத்துக்க ளடங்கிய திரவம் வெளி வந்து திசுக்களை அடைகின்றது. திசுக் களிலுள்ள செல்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய உணவுச் சத்தை எடுத்துக்கொண்டு, தம் பொருளாக மாற்றுகின்றன. தசையி லுள்ள செல்கள் உணவுச் சத்திலிருந்து தசைப் பொருளை அமைக்கின்றன. எலும்பு செல்கள் உணவுச் சத்திலிருந்து எலும்பை அமைக்கின்றன. இவ்வாறு ரத்த ஓட்டத்திலிருந்து உணவுச் சத்துக்களை செல்கள் பெற்று, உணவைத் தம் பொரு ளாக மாற்றிக்கொள்வதற்குத் **தன் மயமாக்கல்** (assimilation) என்று பெயர்.

பற்கள் : பற்களைப் பாதுகாத்துச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளுதல், உடல் நலத்திற்கு மிகவும் இன்றியமையாதது.

பற்களின் வகைகள் : மனிதனுடைய பற்கள் எல்லாம் தாடை எலும்புக் குழிகளில் அமைந்துள்ளன. வயது வந்தோருக்கு மேல் வாயில் பதினாறும் கீழ் வாயில் பதினாறும் ஆக 32 பற்களிருக்கின்றன. எல்லாப் பற்களும் ஒரே விதமான அமைப்புள்ளவையல்ல. முன்புறத்தில் மேல் தாடையில் நான்கும் கீழ்த் தாடையில் நான்குமாக எட்டு **வெட்டுப் பற்கள்** (incisors) இருக்கின்றன. இவற்றின் முனைகள் உளியைப் போன்றிருப்பதால் உணவைக் கடித்துத் துண்டிக்க இவை உதவுகின்றன. வெட்டுப் பற்களின் வலது, இடது பக்கங்களில் ஒவ்வொன்றாக நான்கு **கோரைப் பற்கள்** (canines) அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றின் வெளி முனைகள் நீண்டும், கூராகவும் உள்ளன. இவை உணவைக் கிழிப்பதற்கு ஏற்றவை. கோரைப் பற்களுக்குப் பின்புறத்தில் பக்கத்திற்கு இரண்டாக எட்டு **முன் கடைவாய்ப் பற்கள்** (premolars) இருக்கின்றன. இவற்றின் முனைகள் இரண்டாகப் பிளந்துள்ளன. இவற்றிற்கும் பின்புறத்தில், தாடையின் உட்புறமாக, பக்கத்திற்கு மூன்றாகப் பன்னிரண்டு பற்கள் காணப்படும். இவை அகன்ற பரப்புடையதாயும் மேல் பாகம் தட்டையாயும் உள்ளன. இவைகளுக்குப் **பின் கடை வாய்ப் பற்கள்** (molars) என்று பெயர். இவை உணவை நன்றாக அரைக்க உதவுவதால் இவைகளுக்கு **அரைவைப் பற்கள்** (grinders) என்றும் பெயர் வழங்குகிறது.

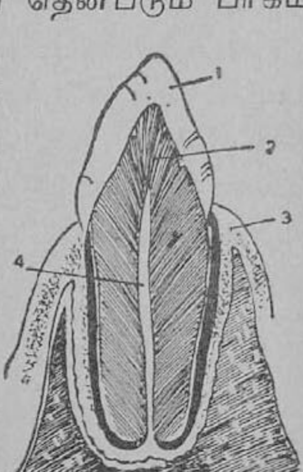


படம் 12.
பற்களின் அமைப்பு
1. பின்கடைவாய்ப் பற்கள்
2. முன் கடைவாய்ப் பற்கள்
3. கோரைப்பல்
4. வெட்டுப் பற்கள்

குழந்தைப் பருவத்தில் முளைக்கும் பற்கள் **பால் பற்கள்** (milk teeth) எனப்படும். இவை குழந்தை பிறந்து 6 மாதத்திற்கு மேல் முளைக்க ஆரம்பிக்கின்றன. இரண்டு வயது பூர்த்தியாகி மூன்றாவது வயது பூர்த்தியாவதற்குள் இவ்விதப் பற்கள்

20 முளைக்கின்றன. 7-ம் வயதிலிருந்து 12 வயது முடிவதற்குள் இப்பற்கள் ஒவ்வொன்றாக விழுந்து அவ்விடங்களில் வேறு பற்கள் முளைத்து வளரத் தொடங்கும். இப்பற்கள்தான் **நிலைத்த பற்கள்** (permanent teeth). 12 முதல் 14 வயதிற்குள் 28 பற்கள் முளைத்து விடுகின்றன. தாடையின் உட்புறமுள்ள கடைசி நான்கு பற்கள் மட்டும் முளைக்கக் கால தாமதம் ஆகிறது. இவை சாதாரணமாக 25 வயதிற்கு முளைத்துவிடும். இது காரணமாக இவைகளை **விவேகப் பற்கள்** (wisdom teeth) என்பர்.

பற்களின் அமைப்பு: பற்களின் ஒரு பாகம் ஈறுக்குள் பதிந்தும் ஒரு பகுதி வெளியே தெரியும்படியாகவும் தாடை எலும்புக் குழிகளில் இவை அமைந்துள்ளன. புதைந்துள்ள பாகம் பல்லின் வேர் (root) எனப்படும். வெளியே தென்படும் பாகம் பற்சிகரம் (crown) எனப்படும். இதன் மேற் பரப்பில் உறுதியான ஓர் கவசமிருக்கிறது. இதற்குப் **பற்சிப்பி** (enamel) என்று பெயர். பற்களின் உட்பகுதி **தந்தினி** (dentine) என்ற ஒருவகைக் கடினமான பொருளால் ஆகியது. தந்தினி உடைந்து போகாதபடி பற்சிப்பியால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. **பற்காரை** (cement of teeth) என்ற பொருள் பற்களை ஈறுகளில் கெட்டியாக அசையாதபடி பொருந்தியிருக்கச் செய்கிறது. பற்களின் வேருக்கும் பற்சிகரத்திற்கும் இடையேயுள்ள பற் கழுத்து என்னும் பாகத்துடன் பல்லீறு (gum) என்னும் சதை பொருந்துகிறது. பல்லின் உட்பாகம் பற்கூழ்க் குழி (pulp cavity) எனப்படும். இக்குழியில், கூழ் போன்ற ஒரு பொருளும், நரம்புகளும், ரத்தக் குழாய்களும் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இவைகள் வேரின் அடியிலுள்ள துவாரத்தின் வழியே உட்செல்கின்றன.



படம் 13. பல்லின் குறுக்கு வெட்டு
1. சிப்பி 2. தந்தினி 3. ஈறு 4. பற்கூழ்

பற்களைப் பாதுகாத்தல்: பற்களைச் சரியாகக் கவனித்துச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளாவிடில், பற்சிதைவு, பல்லிலிருந்து சீழ் வடிதல் (pyorrhoea) போன்ற நோய்கள் உண்டாகக்கூடும். இந் நோய்கள் பற்கள் விழுந்து விடுவதற்குக் காரணமாகும்; ஜீரணம் சரிவர நடைபெருது. எனவே, ஜீரண சம்பந்தமான நோய்களும் ஏற்படும். உணவை உட்கொண்ட பிறகு வாயை நன்ருகக் கொப்பளித்து, பற்களின் இடுக்குகளில் உணவுத் துண்டுகள் தங்கியிராதபடி பார்த்துக் கொள்ளல் வேண்டும். அவ்விதம் தங்கினுல் பாக்டீரியா வளருவதற்கு ஏதுவாகும். மேலும் கடினமான பொருள்களைக் கடிக்கும் போது, பற்சிப்பி சேதமடைய நேரிடும். ஆதலால் மிகக் கடினமான பொருள்களைக் கடித்தல் கூடாது. பற்களைச் சுத்தம் செய்ய, செங்கற் பொடி போன்ற சொர சொரப்பான பொருள்களை உபயோகிக்கக் கூடாது. அவைகளை உபயோகித்தால் பற்களின் மேலுள்ள பற்சிப்பி தேய்வடையும். மிருதுவான பற்பொடி அல்லது பசைகளையே உபயோகிக்க வேண்டும். பல்லீறுகளை உப்புக் கரைசலால் தேய்த்துக் கழுவுவதால் பற்களில் ஏற்படும் நோய்களைத் தடுக்கலாம். பல்லீறுகளும் பலமடையும்.

கேள்விகள்

1. உணவுப் பாதையின் பாகங்களைக் கூறு.
2. ஜீரண உறுப்புகள் யாவை? அவை ஒவ்வொன்றிலும் சுரக்கும் ஜீரண நீர் யாது?
3. வாய், இரைப்பை, கணையம், கல்லீரல் இவைகளில் சுரக்கும் நீர் யாவை?
4. வாய், இரைப்பை, சிறுகுடல் இவற்றில் முறையே உண்டாகும் ஜீரண மாறுதல்கள் என்னென்ன?
5. கீழ்க் கூறிய ஜீரண நீர்களில் அடங்கியுள்ள என்ஸைம்கள் யாவை? அவற்றினுல் உணவின் எப்பகுதிகள் ஜீரணிக்கப்படுகின்றன? —உமிழ் நீர், கணைய நீர், இரைப்பை நீர்.
6. உட்கிரகித்தல் என்ருல் என்ன? இது எப்பாகத்தில் எவ்விதம் நடை பெறுகிறது?
7. தன்மயமாக்கல் என்ருல் என்ன?

8. ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவு எவ்வாறு உடலின் திசுக்களுக்குச் சேருகின்றது ?

9. பற்களின் வகைகளைக் கூறுக.

10. ஒரு பல்லின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து விவரி.

11. பற்களைச் சுத்தமாய் வைத்துக் கொள்ள வேண்டியதேன் ?

3. ரத்த ஓட்டமும் நிண நீர் ஓட்டமும்

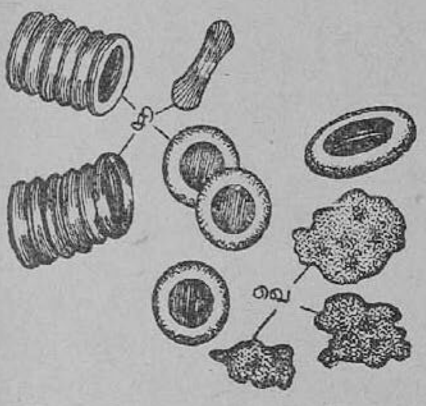
(இதயமும் அதன் பாகங்களும் அமைப்பும்—ரத்தம்—ரத்த அணுக்களும் அவற்றின் வேலைகளும்—ரத்தக் குழாய்கள்—ரத்த ஓட்டத்தின் முக்கியத்துவம்—நாடித் துடிப்பு—நிணநீர், நிணநீர்க் குழாய்கள், நிணநீர் ஓட்டம்.)

நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரம் இரைப்பையிலும் சிறுகுடலிலும் ஜீரணமாகிறது என்றும் ஜீரணமான உணவுச் சத்துக்கள் நாம் சுவாசிக்கும் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து நமது உடலில் எரிகின்றன என்றும் அவ்விதம் எரியும்பொழுது உடலில் உஷ்ணமும் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியும் உண்டாகின்றன என்றும் நீங்கள் அறிவீர்கள். இவ்விதம் ஜீரணமான உணவுச் சத்துக்களும் நுரையீரல்களிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் தேகத்தின் பல பாகங்களிலுள்ள திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவது தேகத்திலுள்ள ரத்தத்தினுலேயே.

நமது தேகத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் ரத்தம் இடைவிடாமல் ஓடிக்கொண்டே யிருக்கிறது. எந்த இடத்தில் காயம் பட்டாலும் உடனே ரத்தம் வெளிவருகிறது. நகம், மயிர் இவற்றைத் தவிர ரத்தம் செல்லாத பாகமே உடலில் இல்லை என்று கூறலாம்.

ரத்தமும் ரத்த அணுக்களும்: ரத்தம் ஒரு திரவப் பொருள். இது சிவப்பு நிறமுள்ள திரவமாகத் தோன்றுகிறது. எனினும் ஒரு துளி ரத்தத்தை மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியினுல் பரிசோதித்துப் பார்த்தால், ஓர்வித மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவத்தில் கணக்கற்ற திடப்பொருளான துணுக்குகள் அல்லது நுண்ணுடல்கள் மிதந்து கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

மஞ்சள் நிறமுள்ள திரவம் **பிளாஸ்மா** (plasma) எனப்படும். இத் துணுக்குகளுக்கு ரத்த **அணுக்கள்** (corpuscles) என்று பெயர். இவைகளில் இரண்டு வகைகளைப் பார்க்கலாம். சில, வட்டமாகவும் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டும் சற்றுச் சிவப்பான நிறத்துடனுமிருக்கும். இவை **சிவப்பு அணுக்கள்** (red corpuscles). வேறு சில அணுக்கள் பல உருவங்களுடன் நிறமற்றதாகக் காணப்படும். இவற்றிற்கு **வெள்ளணுக்கள்** (white corpuscles) என்று பெயர். இவை சிவப்பணுக்களை விட எண்ணிக்கையில் மிகக் குறைவாகக் காணப்படும்.



படம் 14. ரத்த அணுக்கள்
சி—சிவப்பணுக்கள்
வெ—வெள்ளையணுக்கள்

சிவப்பு அணுக்கள் : சிவப்பு அணுக்கள் அடுக்குகளாகக் காணப்படும். ஒரு சிவப்பு அணு $\frac{1}{3200}$ அங்குலம் குறுக்களவுடையது. இவை வட்டமாயும் தட்டையாயுமிருப்பதுடன் இரு பக்கமும் உட்குவிந்து இருபுறக் குழிலென்ஸ் (bi-concave) போல் காணப்படும். இவை எல்லாம் ஒரே அளவுள்ளவை. ஒரு கன மில்லி மீட்டர் ரத்தத்தில் ஏறக்குறைய ஐம்பது லட்சம் சிவப்பு அணுக்கள் உள்ளன. ரத்தத்திற்குச் சிவப்பு நிறத்தை அளிக்கும் பொருள் இவ்வணுக்களிடம் இருக்கிறது. இப்பொருள் **ஹீமோகுளோபின்** (haemoglobin) எனப்படும். இது ஆக்ஸிஜனைக் கிரகிக்கும் குணமுள்ளது.

வெள்ளணுக்கள் : இவை சிவப்பு அணுக்களைவிடப் பெரியவை. ஒன்றுக்கொன்று அளவிலும் மாறுபட்டவை. ஒவ்வொன்றும் சுமார் $\frac{1}{2500}$ அங்குலம் குறுக்களவுடையது. இவை அடிக்கடி உருவத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் இயல்புடையவை. சிவப்பு அணுக்கள் தாமாகவே ஓட முடியாது. ரத்தத்திலுள்ள திரவம் ஓடும்போதுதான் அதில் மிதந்துகொண்டு போகமுடியும்.

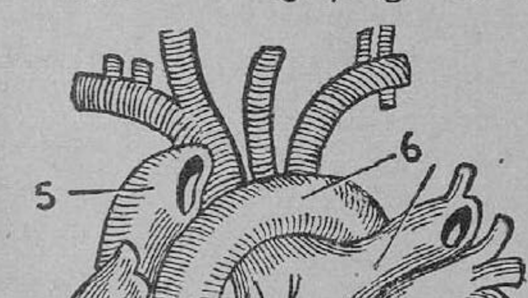
ஆனால் வெள்ளணுக்களோ தாமாகவே சஞ்சரிக்கும் சக்தி வாய்ந்தவை.

ரத்த அணுக்களின் வேலை: சிவப்பு அணுக்களிலுள்ள ஹீமோகுளோபின் நுரையீரல்களிலுள்ள ஆக்ஸிஜனைக் கிரகித்து அதை தேகத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்வதற்கு உதவுகிறது. ரத்தத்தில் வந்து கலந்து தேகத்தில் பல வியாதிகளை உண்டாக்கக்கூடியதான பாக்டீரியா போன்ற வியாதிக் கிருமிகளுடன் வெள்ளணுக்கள் போர் புரிந்து, அவைகளை அழித்து, தேகத்தைப் பாதுகாக்கின்றன. மேலும் இவை ரத்தக் குழாய்களைவிட்டு வெளியேறி, ரத்தம் செல்லுமிடங்களாகிய திசுக்களையும் அடைந்து அங்கு தற்செயலாக நுழைந்த வெளிப் பொருள்களை விழுங்கியோ அல்லது அகற்றியோ தேகத்தின் காப்பாளர்களாக விளங்குகின்றன. எனவே சிவப்பணுக்களை ஆக்ஸிஜனை எடுத்துச் செல்லும் படகுகள் என்றும், வெள்ளணுக்களைத் தேகத்தைப் பாதுகாக்கும் போர்வீரர்கள் என்றும் கூறினால் மிகையாகாது.

பிளாஸ்மா: இத் திரவத்தில்தான் உணவுச் சத்துக்கள் கலந்திருக்கின்றன. இத் திரவம் தேகமெங்கும் சென்று தன்னிடத்திலுள்ள உணவுச் சத்துக்களைக் கொடுத்துவிட்டு, அங்கு உண்டாகும் அசுத்தங்களை எடுத்துவருகிறது. இதில் இருபொருள்கள் காணப்படும். ஒன்று தெளிந்த திரவ ரூபத்திலுள்ள **ஸீரம்** (serum). மற்றொன்று நார் போன்ற **வைபிரின்** (fibrin) எனப்படும் பொருள். ஸீரம் என்ற திரவத்தில்தான் ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவு சத்துக்கள் கலந்திருக்கின்றன. காயம் ஏற்பட்டு ரத்தம் உடலைவிட்டு வெளியே வந்தவுடன் ரத்தத்திலுள்ள வைபிரின் ஓர் வலையைப்போல் பின்னிக்கொண்டு சிவப்பு அணுக்களையும் வெள்ளணுக்களையும் அவ்வலையில் அகப்பட்டுக் கொள்ளும்படி செய்கிறது. இதனால் ரத்தம் உறைகிறது. காயத்தினின்றும் மேலும் மேலும் ரத்தம் வடிவதோ, வெளிவருவதோ நின்றுவிடுகிறது. ரத்தச் சேதம் ஏற்படாதபடி தடுக்கப்பட்டு தேகம் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இதற்கு ரத்தம் உறைவு (clotting of blood) என்று பெயர்.

இவ்வாறு ரத்தம் தன் வேலைகளைச் சரிவரச் செய்வதற்கு, அது நமது தேகத்தில் தங்கிநிற்காமல் எப்பொழுதும் ஓடிக் கொண்டேயிருக்கவேண்டும். ரத்தம் ஓடுவதற்குச் சாதகமாக இதயமும் அதைச் சார்ந்த ரத்தக் குழாய்களும் உள்ளன. இவ்வுறுப்புக்களின் அமைப்பையும் இவை வேலைசெய்யும் முறையையும் தெரிந்துகொண்டால் இது நன்கு விளங்கும்.

இதயம் : இது நமது மார்பின் மத்தியில் இரு நுரையீரல் களுக்கிடையே யிருக்கிறது. உடலில் மிக முக்கியமான உறுப்புகளில் இது ஒன்று. இது முழுவதும் தானுகவே விரிந்து சுருங்கும் இயங்கு தசையினுலாகியது. இதன் வடிவம் ஒரு தாமரை மொட்டை ஒத்திருக்கும். ஒவ்வொருவருடைய இதயமும் அவரவர் கைப்பிடி அளவு பருமனுள்ளதாயும் இதயத்தின் அகன்ற பாகம் மேலும், குறுகிய பாகம் கீழும், குறுகிய கீழ்ப்பக்கம் சிறிது இடப் பக்கமாகச் சாய்ந்தும் அமைந்திருக்கும். இதயத்தைச் சுற்றி மெல்லிய சவ்வினுல் அமைந்த ஒரு உறை உள்ளது. இது இதய உறை (pericardium) எனப் படும்.



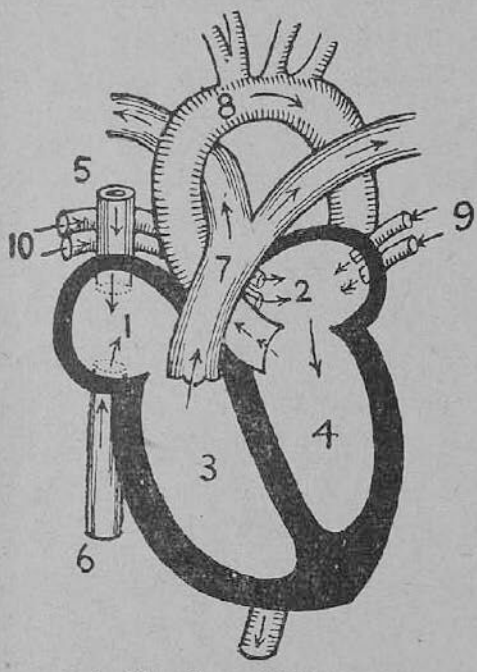
படம் 15. இதயத்தின் வெளித் தோற்றம்
1. வலது ஆரிக்கிள், 2. இடது ஆரிக்கிள், 3. வலது வென்டிரிக்கிள், 4. இடது வென்டிரிக்கிள், 5. மேற் பெருஞ்சிரை, 6. மகா தமனி, 7. நுரை யீரல் தமனி, 8. நுரை யீரல் சிரைகள்

இதயத்தின் உள் அமைப்பு : இதயத்தின் உட்பாகம் குறுக்காக ஒரு தடித்த தசையாலாகிய சுவரினுல் இரு

பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வலது பாகம் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு சேர்ந்த கருஞ் சிவப்பு நிறமுள்ள அசுத்த ரத்தம் நிறைந்தது. இடது பாகத்தில் ஆக்ஸிஜன் அதிகமுள்ள சிவந்த சுத்த ரத்தம் நிறைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு பாகத்திலும் மேலும் கீழுமாக இரு அறைகள் காணப்படும். மேல் அறைகளுக்கு **ஆரிக்கிள்** (auricle) என்றும் கீழ் அறைகளுக்கு **வென்டிரிக்கிள்** (ventricle) என்றும் பெயர். ஆகவே இதயத்தில் வலது பக்கத்தில் வலது ஆரிக்கிள், வலது வென்டிரிக்கிள் என இரு அறைகளும், இடப்பக்கத்தில் இடது ஆரிக்கிள், இடது வென்டிரிக்கிள் என இரு அறைகளும் ஆக நான்கு அறைகளிருக் கின்றன. கீழ் அறைகளாகிய வென்டிரிக்கிள்கள் மேலறை களைக் காட்டிலும் அளவில் பெரியனவாகவும் சதைப் பற்றுடை யனவாகவும் அமைந்துள்ளன. ஏனெனில் கீழ் அறைகளே, பம்ப்பு வேலை செய்வதுபோல் சுருங்கி விரிந்து ரத்தத்தை தேகத் தின் பலபாகங்களுக்கும் அனுப்ப வேண்டியிருக்கிறது. மேலறை களின் வேலையோ, உடலின் பல பகுதிகளிலிருந்து கொண்டு வரப்படும் ரத்தத்தைப் பெற்றுக்கொள்வதே. மேலும் இடது பக்கத்து அறைகளின் சுவர்கள் வலது பக்கத்து அறைகளின் சுவர்களினும் வலிமையானவை. வலது ஆரிக்கிளுக்கும் வலது வென்டிரிக்கிளுக்கும் இடையே உள்ள சுவரில் மூன்று மடிப் புள்ள **மூவிதழ் வால்வு** (tricuspid valve) என்ற ஒரு கதவு அமைந்திருக்கிறது. இது கீழ் நோக்கியே திறக்கும். ஆதலால் மேலறையிலுள்ள ரத்தம் கீழறைக்கு வருமே யொழிய கீழறையி லிருந்து ரத்தம் மேலறைக்குச் செல்ல முடியாது. இவ்விதமே இடது ஆரிக்கிளுக்கும் இடது வென்டிரிக்கிளுக்கும் இடையே இரு மடிப்புகள் உள்ள **ஈரிதழ் வால்வு** (bicuspid valve) என்ற ஒரு கதவு இருக்கிறது. இதுவும் கீழ்நோக்கியே திறக்கக் கூடியது.

இதயத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ரத்தக் குழாய்கள் : இதயத்தின் நான்கு அறைகளோடு சில ரத்தக் குழாய்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இக் குழாய்களும் தசைகளாலான வையே. இவற்றில் ரத்தம் ஓடி வருகிறது.

(1) இதயத்தின் வலது மேலறையுடன் இரண்டு பெரிய குழாய்கள் சேருகின்றன. இவற்றின் மூலம் தேகத்திலுள்ள அசுத்த ரத்தம் இதயத்தில் வந்து சேருகிறது. இவை மேற் பெருஞ் சிரை (superior vena cava) என்றும், கீழ்ப் பெருஞ் சிரை (inferior vena cava) என்றும் பெயர் பெற்றுள்ளன.



படம் 16. இதயத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. வலது ஆரிக்கிள், 2. இடது ஆரிக்கிள், 3. வலது வென்டிரிக்கிள், 4. இடது வென்டிரிக்கிள், 5. மேற் பெருஞ்சிரை 6. கீழ்ப்பெருஞ் சிரை, 7. மகா தமனி, 8, 9. நுரையீரல் சிரைகள்

(2) வலது வென்டிரிக்கிளுடன் ஒரு பெரிய குழாய் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது அசுத்த ரத்தத்தை இரு நுரையீரல்களுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது. இக் குழாய்க்கு நுரையீரல் தமனி (pulmonary artery) என்று பெயர். இக்குழாயின் ஆரம்பத்தில், அதாவது, வலது வென்டிரிக்களிலிருந்து இக்குழாய் பிரியும் இடத்தில் அரைச்சந்திர வடிவமுள்ள ஒரு கதவு போன்ற அமைப்பு உள்ளது. இக்கதவு ரத்தத்தை இதயத்திலிருந்து நுரையீரல்களுக்கு மட்டும் போக விடும்; திரும்ப இருதயத்திற்கு வரவிடாது. இக் கதவு **அர்த்த சந்திர வால்வு** (semi-lunar valve) எனப்படும்.

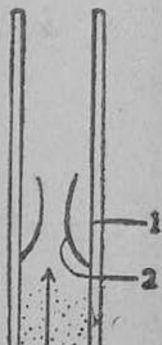
(3) இடது ஆரிக்கிளுடன் நான்கு குழாய்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவைகள் ஒவ்வொரு நுரையீரலிலிருந்தும் இரு குழாய்களாகக் கிளம்பி, சுத்தமாக்கப்பட்ட ரத்தத்தை இதயத்

திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. இவைகள் நுரையீரல் சிரைகள் (pulmonary veins) எனப்படும்.

(4) இடது வென்டிரிக்கிளின் மேல் பாகத்திலிருந்து மகா தமனி (aorta) என்ற ஒரு பெரிய குழாய் கிளம்புகிறது. இதன் சுவர் தடிப்பானது. இதுவே சுத்த ரத்தத்தை தேகத்தின் எல்லா பாகங்களுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது. இக்குழாய் இடது வென்டிரிக்கிளிலிருந்து பிரியுமிடத்திலும் ஒரு அர்த்த சந்திர வால்வு இருக்கிறது.

ரத்தக் குழாய்கள் (blood vessels): நமது தேகத்திலுள்ள எல்லா ரத்தக் குழாய்களையும் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (1) தமனிகள், (2) சிரைகள், (3) தந்துகிகள்.

தமனிகள் (arteries): இவை இதயத்திலிருந்து ரத்தத்தை வெளியே எடுத்துச் செல்லுகின்றன. இவைகளின் சுவர்கள் தடிப்பானவை; சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையவை. இவை தோலுக்குக் கீழே ஆழத்தில் அமைந்துள்ளன. இவற்றில் பொதுவாக ஆக்ஸிஜன் நிறைந்த நல்ல சிவப்பு நிறமான சுத்த ரத்தம் ஓடுகிறது. இவற்றில் ஓடும் ரத்தம் அலை அலையாகச் செல்லும். இக்குழாய்கள் பல பல கிளைகளாகப் பிரிந்து முடிவில் மயிரிழை போன்ற மெல்லிய குழாய்களாக முடிகின்றன. இம் மெல்லிய குழாய்கள்தான் தந்துகிகள் (capillaries). தமனிகளில் இடையிடையே வால்வுகள் இல்லை.



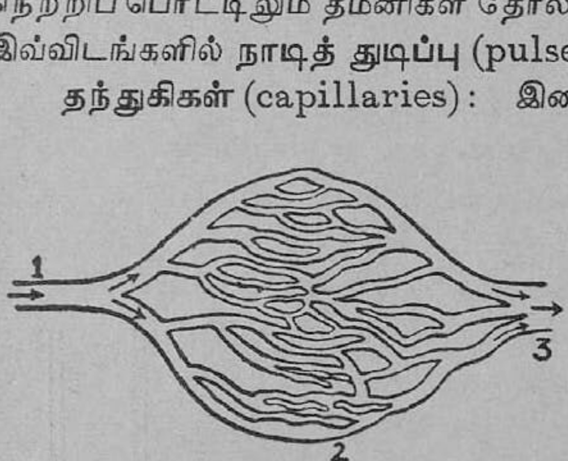
படம் 17. சிறையில் வால்வு 1. சிரை, 2. வால்வு

சிரைகள் (veins): இவை தேகத்தின் எல்லா பாகங்களிலிருந்தும் ரத்தத்தை இதயத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. இவற்றின் சுவர்கள் தமனிகளைப் போல் அவ்வளவு உறுதியானவை அல்ல. இவைகளில் ரத்த ஓட்டமில்லாவிடில் இவை மூடிக் கொள்ளும். இவைகளில் ஓடும் ரத்தம் ஒரே சீராக ஓடிக்கொண்டிருக்கும். இவற்றில் பொதுவாக கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு கலந்துள்ள கருஞ்சிவப்பு நிறமுள்ள அசுத்த ரத்தம் ஓடுகிறது. சிரைகள் சுருங்கி விரியும் தன்மையற்றவை. இவை தோலின் அருகில்

மேற்பரப்பிலேயே அமைந்துள்ளன. இக்குழாய்கள் முதலில் சிறிய குழாய்களாக ஆரம்பித்து முடிவில் பெரிதாகின்றன. இவற்றில் இடையிடையே வால்வுகள் அமைந்துள்ளன.

தமனிகளெல்லாம் சுத்த ரத்தத்தை எடுத்துச் சென்றாலும் நுரையீரல் தமனி மாத்திரம் அசுத்த ரத்தத்தைத்தான் எடுத்துச் செல்கிறது. இவ்வாறே பொதுவாகச் சிரைகளிலெல்லாம் அசுத்த ரத்தம் ஓடினாலும் நுரையீரல் சிரைகளில் சுத்த ரத்தமே செல்கிறது. தமனிகள் பொதுவாக தோலுக்குக் கீழே ஆழத்தில் அமைந்துள்ளன. ஆனால் மணிக்கட்டிலும், கணைக்காலிலும், நெற்றிப் பொட்டிலும் தமனிகள் தோலின் அருகிலேயே உள்ளன. இவ்விடங்களில் **நாடித் துடிப்பு** (pulse) ஏற்படுதை உணரலாம்.

தந்துகிகள் (capillaries): இவை வெகு சிறிய மயிரிழை போன்ற மெல்லிய குழாய்கள். பெரிய தமனிகள் சிறிய தமனிகளாகவும், சிறிய தமனிகள் மிகச் சிறிய மயிரிழை போன்ற குழாய்களாகவும் பிரிவதால் இவை ஏற்படுகின்றன. இவை தமனிகள் முடியும் இடத்தில் ஆரம்பித்து சிரைகள் உண்டாகும் இடத்தில் முடிகின்றன. ஆதலால் இவைகளைத் தமனிகளுக்கும் சிரைகளுக்கும் தொடர்பு ஏற்படுத்தும் குழாய்கள் என்று கூறலாம்.



படம் 18. தந்துகிப் பின்னல்
1. தமனி, 2. தந்துகிகள், 3. சிரை

இக்குழாய்கள் தேகத்தின் எல்லா பாகங்களிலும் இருக்கின்றன. தமனியிலிருந்து பிரியும்பொழுது தந்துகிகள் சுத்த ரத்தத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன. தந்துகிகளில் செல்லும் பொழுது ரத்தம் தன்னிடத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜனையும் உணவுச் சத்துக்களையும் ஆங்காங்குள்ள திசுக்களுக்குக் கொடுத்துவிட்டு, அவற்றில் உண்டாகும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடையும் நீராவியையும் மற்றக் கழிவுப் பொருள்களையும் பெற்று, பல தந்துகிகள்

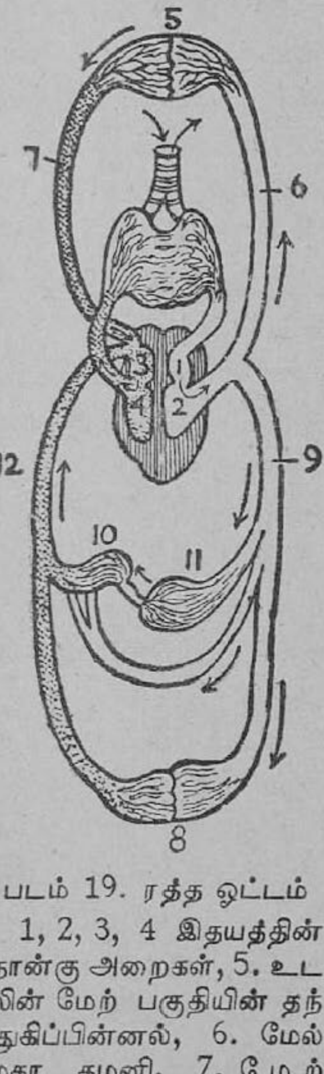
ஒன்றுபட்டுச் சிறு சிரைகளாகி இதயத்திற்கு அசுத்த ரத்தத்தைக் கொண்டு வருகின்றன. தந்துகிகளில் ரத்த ஓட்டத்தின் வேகம் மிகக் குறைவு. ஆகவே தந்துகிகள், தமனிகளையும் சிரைகளையும் இணைத்துக்கொண்டு வலைப் பின்னல் போல் காணப்படுகின்றன.

ரத்த ஓட்டம் : ரத்த ஓட்டம் மூன்று பிரிவுகளாகப் பகுக்கப் படும். அவை: (1) **பொது ரத்த ஓட்டம்** (general circulation), (2) **நுரையீரல் ரத்த ஓட்டம்** (pulmonary circulation), (3) **கல்லீரல் ரத்த ஓட்டம்** (portal circulation).

இதயம் ஒரு பம்ப்பு போல் ரத்தத்தை ரத்தக் குழாய்களின் வழியாக எப்பொழுதும் அனுப்பிக் கொண்டேயிருக்கிறது. இவ் வேலை இதயம் ஒழுங்காகச் சுருங்கி விரிவதாலேயே நடைபெறு கிறது. முதலில் ஆரிக்கிள்கள் ஒரே சமயத்தில் சுருங்குகின்றன. பிறகு இரு வென்டிரிக்கிள்களும் சுருங்கும். இப்பொழுது ஆரிக்கிள்கள் விரியும். இவ்விதம் ஆரிக்கிள்களும் வென்டிரிக் கிள்களும் மாறி மாறிச் சுருங்கி விரியும். இதயத்தின் அறைகள் மாறி மாறிச் சுருங்கி விரிவதைத்தான் இதயத் துடிப்பு (heart beat) என்பர். இதயத் துடிப்பினாலேயே ரத்தம் இதயத் திலிருந்து ரத்தக் குழாய்களுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது.

பொது ரத்த ஓட்டம் (general circulation): இடது வென்டிரிக்கிள் சுருங்கும்பொழுது சுத்த ரத்தம் இதயத்திலிருந்து மகாதமனிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. மகாதமனியின் ஆரம் பத்தில் வால்வு இருப்பதால் இக்குழாயில் சென்ற ரத்தம் திரும்ப வும் வென்டிரிக்கிளுக்குள் செல்ல இயலாது. மகாதமனி வளைந்து மேலே சென்று இரு பிரிவுகளாகிறது. மேல் மகாதமனியின் கிளைத் தமனிகள், தலை, கழுத்து, கைகள் இவைகளுக்கெல்லாம் சுத்த ரத்தத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன. கீழ் மகாதமனியின் கிளைத் தமனிகள் மார்பு, வயிறு, கால்கள் இவைகளுக்கெல்லாம் சுத்த ரத்தத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன. இவ்விதம் சுத்த ரத்தம் மகாதமனி, அதன் கிளைகள் வழியாகப் பாய்ந்து தந்துகிக் குழாய் களை அடைந்து உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் செல்கிறது. ஆங்காங்கு உள்ள தந்துகிகளின் வழியாகச் செல்லும்பொழுது இந்த சுத்த ரத்தம் தன்னிடமுள்ள ஆக்ஸிஜனையும் உணவுச்

சத்துக்களையும் திசுக்களுக்குக் கொடுத்துவிட்டு, அங்கு திசுக்கள் வேலை செய்வதால் உண்டாகும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் நீராவியையும் மற்றக் கழிவுப் பொருள்களையும் எடுத்துக்கொண்டு அசுத்தமடைகிறது. இவ்விதம் அசுத்தமடைந்த ரத்தம் ஆங்காங்குள்ள சிறிய சிரைகளில் சென்று, பல சிறிய சிரைகள் ஒன்று சேர்ந்து உண்டாகும் பெரிய சிரைகளில் நுழைந்து முடிவில் இதயத்தை அடைகிறது. உடலின் மேற்பாகங்களிலுள்ள அசுத்த ரத்தம் மேற்பெருஞ்சிரை மூலமாகவும், கீழ்ப் பாகங்களிலுள்ள அசுத்த ரத்தம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரை மூலமாகவும் இதயத்தின் வலது ஆரிக்கிளை அடைகிறது. இவ்விதம் இதயத்திலிருந்து சுத்த ரத்தம் வெளியேறி தேகத்தின் பல பாகங்களுக்கும் சென்று அசுத்தமடைந்து, மறுபடியும் இதயத்தை அடைவதற்குப் பொது ரத்த ஓட்டம் எனப் பெயர்.



படம் 19. ரத்த ஓட்டம்
1, 2, 3, 4 இதயத்தின் நான்கு அறைகள், 5. உடலின் மேற் பகுதியின் தந்துகிப்பின்னல், 6. மேல் மகா தமனி, 7. மேற் பெருஞ் சிரை, 8. கால்களின் தந்துகிப் பின்னல், 9. கீழ் மகா தமனி, 10. கல்லீரல், 11. சிறு குடல், 12. கீழ்ப் பெருஞ்சிரை

நுரையீரல் ரத்த ஓட்டம் (pulmonary circulation): பெருஞ்சிரைகள் மூலம் வலது ஆரிக்கிளை அடைந்த அசுத்த ர்த்தம் வலது ஆரிக்கிள் சுருங்கும்பொழுது, மூவிதழ் வால்வைத் திறந்துகொண்டு வலது வென்டிரிக்கிளுக்குச் செல்கிறது. வலது வென்டிரிக்கிள் சுருங்கும்பொழுது, மூவிதழ் வால்வு மூடிக் கொள்வதால் அசுத்தரத்தம் வலது வென்டிரிக்கிளிலிருந்து நுரையீரல் தமனிக்குள் செல்கிறது. இக்குழாயின் ஆரம்பத்திலுள்ள அர்த்தசந்திர வால்வு, ரத்தம் மறுபடியும் வென்டிரிக்கிளுக்குள் செல்லாதபடி தடுக்

கிறது. நுரையீரல் தமனி இரு பிரிவுகளாகப் பிரிந்து ஒரு பிரிவு ஒரு நுரையீரலுக்கும் மற்றப் பிரிவு மற்றொரு நுரையீரலுக்கும் செல்கிறது. நுரையீரல்களை அடைந்த தமனிகள் பல தந்துகிகளாகப் பிரிகின்றன. தந்துகிகள் நுரையீரல்களிலுள்ள காற்று நுண்ணறைகளின் இடையே செல்லும்பொழுது அவற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைப் பெற்றுக்கொண்டு ரத்தத்துடன் கொண்டுவரப்படும் கழிவுப் பொருள்களாகிய கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் நீராவியையும் நுண்ணறைகளில் நிரப்புகின்றன. ஆகவே அசுத்த ரத்தம் சுத்தமடைகிறது. சுத்தமடைந்த ரத்தம் நுரையீரல்களைவிட்டு நுரையீரல் சிரைகளின் வழியாக, இதயத்தின் இடது ஆரிக்கிளை அடைகிறது. ஒவ்வொரு நுரையீரலிலிருந்து இரு நுரையீரல் சிரைகள் சுத்த ரத்தத்தை இதயத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. இடது ஆரிக்கிள் சுருங்கும்போது இந்த ரத்தம் அங்குள்ள வால்வைத் திறந்து கொண்டு இடது வென்டிரிக்கிளுக்குள் செல்கிறது. இவ்விதம், அசுத்தமடைந்த ரத்தம் நுரையீரல்களுக்குச் சென்று அங்கு சுத்தமடைந்து திரும்பவும் இதயத்தை வந்தடைவது நுரையீரல் **ரத்தஓட்டம்** எனப்படும். இடது ஆரிக்கிளை அடைந்த ரத்தம், இடது வென்டிரிக்கிளை அடைந்து முன்போல் மகாதமனிக்குள் நுழைகிறது.

கல்லீரல் ரத்த ஓட்டம் (portal circulation): கீழ் மகா தமனியிலிருந்து ஒரு கிளையான கல்லீரல் தமனி சுத்த ரத்தத்தைக் கல்லீரலுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. மற்றொரு கிளைத் தமனி சிறு குடலுக்குச் சுத்த ரத்தம் எடுத்துச் செல்கிறது. குடலில் குடல் உறிஞ்சிகளால் கிரகிக்கப்பட்ட உணவுச் சத்துப்பொருள்கள் ரத்தக் குழாய்களை அடைந்து **போர்ட்டல் சிரை** (portal vein) மூலம் கல்லீரலை அடைகின்றன. இவ்விதம் இரு ரத்தக் குழாய்கள் மூலம் ரத்தம் கல்லீரலை அடைகிறது. கல்லீரலில் சத்துப் பொருள்களில் அதிக அளவில் உள்ள சர்க்கரை கிளைக்கோஜனாக மாற்றப்படுகிறது. கல்லீரலில் தன் வேலைகளைச் செய்தபின் அசுத்தமடைந்த ரத்தம் கல்லீரல் சிரை வழியே கீழ்ப்பெருஞ் சிரையை அடைந்து, முடிவில் இதயத்தின்

வலது ஆரிக்கிளை அடைகிறது. இதற்குக் கல்லீரல் ரத்த ஓட்டம் என்று பெயர்.

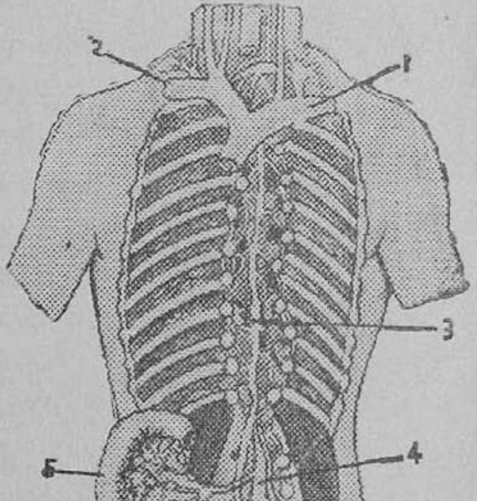
நாடித் துடிப்பு (pulse): இடது வென்டிரிக்கிள் சுருங்கும் போது ரத்தம் அதிக அளவில் மகா தமனிக்குள் செல்கிறது. இதனால், மகாதமனியின் கிளைகளின் சுவர்கள், நிமிஷத்திற்குச் சுமார் 72 தடவை விரிவடைவதாலும், தமனிகளில் ஓடும் ரத்தம் அலை அலையாகச் செல்வதாலும் ஒருவிதத் துடிப்பு உண்டா கிறது. இத்துடிப்பைத்தான் நாடித்துடிப்பு என்கிறோம். மணிக் கட்டில் உள்ள தமனியின்மீது விரலைவைத்துப் பார்த்தால் இத் துடிப்பை நன்கு உணரலாம். இத்துடிப்பு இதயத்துடிப்பின் வேகத்துக்கும் எண்ணிக்கைக்கும் சமமாக இருக்குமாதலால், இதயத்தின் நிலையை அறிய வைத்தியர்கள் நாடித்துடிப்பைக் கவனித்து அதிலிருந்தே தெரிந்து கொள்கிறார்கள்.

ரத்த ஓட்டத்தின் வேலைகள்: (1) ரத்தம், ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவுப்பொருள்களை உட்கிரகித்து, தேகத்தின் பல பாகங்களிலு முள்ள ஸெல்களுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. (2) ரத்தத்தின் பகுதி யான சிவப்பணுக்களிலுள்ள ஹீமோகுளோபின் நுரையீரல்களி லுள்ள காற்று நுண்ணறைகளில் நிறைந்திருக்கும் ஆக்ஸிஜனைப் பெற்று, ரத்த ஓட்டத்தின்பொழுது தேகத்தின் எல்லா பாகங் களுக்கும் சென்று ஸெல்களுக்கு அல்லது திசுக்களுக்கு, ஆக்ஸி கரணத்துக்காக இந்த ஆக்ஸிஜனை அளிக்கிறது. (3) திசுக்கள் வேலை செய்யும்பொழுது தேகத்தின் எல்லாப் பாகங்களிலும் உண்டாகும் நீராவியையும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும், பிற கழிவுப் பொருள்களையும் கிரகித்து, நுரையீரல்கள், சிறு நீரகங்கள், தோல் முதலிய கழிவு உறுப்புக்களுக்கு எடுத்துச் சென்று வெளியே அகற்ற உதவுகிறது. (4) தேகத்தின் எல்லா பாகங்களையும் ஒரே சீரான சம உஷ்ண நிலையில் இருக்கச் செய் கிறது. (5) ரத்தத்திலுள்ள வெள்ளணுக்கள் பாக்டீரியா போன்ற வியாதிக் கிருமிகளை எதிர்த்து, அழித்து நோய்கள் உண்டாகாத வாறு உடலைப் பாதுகாக்கின்றன.

நிணநீர் (lymph): தந்துகிகள் ரத்தத்தின் மூலம் எடுத்துச் செல்லும் உணவுச் சத்துப் பொருள்களும் ஆக்ஸி

ஜனும் நேரடியாகத் திசுக்களை அடைவதில்லை. திசுக்களுக்கு அருகில் 'இவற்றைக் கொண்டுவருவதே தந்துகிகளின் வேலை. தந்துகிகளின் சுவர்கள் மெல்லியவை. இக்குழாய்களிலிருந்து பிளாஸ்மாவைப்போல் நிறமற்ற ஒரு திரவம் கசிந்து கொண்டிருக்கிறது. இத்திரவம் நிண நீர் எனப்படும். இந் நிணநீர் திசுக்களிடையே பரவி, ரத்தம் கொண்டுவந்த ஆக்ஸிஜனையும் சத்துப் பொருள்களையும் திசுக்களில் நிரப்புகிறது. இவ் வேலையை ஒழுங்காகச் செய்ததும் நிணநீர் ஆங்காங்குள்ள நிணநீர்க் குழாய்களில் (lymph vessels) சேருகிறது.

நிணநீரில் ரத்தவெள்ளணுக்கள் அதிகம் உள்ளன. சிவப்பணுக்கள் கிடையா. ஆதலால் நிணநீரைச் சிவப்பணுக்கள் இல்லாத ரத்தம் என்று கூறலாம்.



படம் 20. நிண நீர்க் குழாய்களும் சுரப்பிகளும்

1, 2. இடது, வலது காறையடி சிரைகள், 3. மார் நிண நீர் நாளம், 4. மார்நிண நீர் நாளத் தொடக்கம், 5. சிறு குடல், 6. நிண நீர் சுரப்பி

நிண நீர்க்குழாய்கள்: நிணநீர்க்குழாய்கள் (lymphatic vessels) உடலின் தோலுக்கு அருகே தொடங்கி மார்பின் நடுவை நோக்கிச் செல்லுகின்றன. தோலின் அருகே மிக மெல்லிய குழாய்களாகத் தொடங்கி மார்புப் பிரதேசத்தில் சற்றுப் பெரியவையாகின்றன. இவற்றின் இடையே வால்வுகள் உண்டு. இந்த வால்வுகள் நிணநீர் ஓட்டத்தை ஒழுங்கு செய்கின்றன. தோல் பிரதேசத்திலிருந்து மார்பை நோக்கியே நிணநீர்க் குழாய்களில், நிணநீர் ஓட்டம் இருக்கும்.

நிணநீர் சுரப்பிகள் : நிணநீர்க் குழாய்களில் பல இடங்களில் சிறு கோளங்கள் போன்ற **நிணநீர் சுரப்பிகள்** (lymphatic glands) அமைந்துள்ளன. கழுத்து, அக்குள் (armpit), தொடையும் உடலும் சேருமிடம் இவற்றில் நிணநீர் சுரப்பிகள் அதிகமாக நெருங்கியிருக்கின்றன. வேறிடங்களிலும் இச்சுரப்பிகள் உண்டு. இவற்றில் ஒரு வகையான ரத்த வெள்ளணுக்கள் உற்பத்தியாகின்றன. தோல் வழியாக உடலுக்குள் புகக்கூடிய நோய்க் கிருமிகளை எதிர்த்துப் போர் செய்து அவற்றை அழிக்க இந்த வெள்ளணுக்கள் உதவுகின்றன. ஓரிடத்தில் காயம்பட்டால் நிணநீரிலுள்ள வெள்ளணுக்கள் அவ்விடத்தைச் சூழ்ந்துகொண்டு உள்ளே புக முயற்சிக்கும் நோய்க் கிருமிகளை அழிக்கும். சில வேளைகளில் நோய்க் கிருமிகள் நிணநீர்க் குழாய்களில் புகுந்து அவற்றின் வழியே சென்று ரத்த ஓட்டத்தில் புக முயற்சிக்கும். ஆனால், இடையிடையிலுள்ள நிணநீர் சுரப்பிகளை அடைந்ததும் ஆங்குள்ள கணக்கற்ற வெள்ளணுக்களால் தடுக்கப்படும். இம்மாதிரி நிலை ஏற்பட்டால் நிணநீர் சுரப்பிகள் அதிகமாக வீங்கித் தெரியும். இதற்குத்தான் நெறி கட்டுதல் என்று பெயர். கிருமிகள் அழிக்கப்பட்டவுடன் வீக்கம் வடிந்து விடும்.

படம் 21. தலைப்பகுதியில் நிணநீர்க் குழாய்களும் சுரப்பிகளும்
1. நிண நீர்க் குழாய்
2. நிண நீர் சுரப்பி 3. தலை

மார் நிணநீர் நாளம் (thoracic duct) : நிணநீர்க் குழாய்கள் வலது புறத்திலிருந்தும் இடது புறத்திலிருந்தும் மார்பை நோக்கிச் செல்கின்றன அல்லவா ? இடது புற மிருந்து வரும் நிணநீர்க் குழாய்கள் மார் நிணநீர் நாளத்தில் சேருகின்றன. மேலும் குடற்பால் குழல்கள் ஒன்றுயிணைந்து மார்

நிணநீர் நாளத்துடன் சேருகின்றன. ஜீரணமான கொழுப்புகள் இவற்றின் வழியே வந்து மார் நிணநீர் நாளத்திலுள்ள நிண நீருடன் கலக்கின்றன. இது வயிற்றறையிலிருந்து தொடங்கி மேல் நோக்கிச் சென்று **இடது காறையடி சிரை** (left subclavian vein) என்ற ரத்தக் குழாயில் நிணநீரைக் கொட்டு கிறது. இவ்விடத்தில் நிணநீர் ஓட்டம் ரத்த ஓட்டத்துடன் சேர்ந்து விடுகிறது.

உடம்பின் வலபுறத்திலிருந்து வரும் நிணநீர்க் குழாய்கள், **வலது நிணநீர் நாளத்தில்** (right lymphatic duct) சேரு கின்றன. இந்தக்குழாய் மார் நிணநீர் நாளத்தைப்போல் நீள மானதன்று. சுமார் அரை அங்குல நீளமேயுள்ள இது, **வலது காறையடி சிரையில்** (right subclavian vein) நிணநீரைக் கொட்டுகிறது. ஆகவே ரத்த ஓட்டத்திலுள்ள உணவுச் சத்துக் களும் ஆக்ஸிஜனும் திசுக்களை அடைவதற்கும், திசுக்களில் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்கள் ரத்த ஓட்டத்தில் சேரு வதற்கும் நிணநீர்ஓட்டம் (lymphatic circulation) உதவு கிறது.

கேள்விகள்

1. ரத்தத்தின் அமைப்பிலுள்ள பொருள்கள் என்ன ?
2. ரத்தச் சிவப்பு அணுக்கள், ரத்த வெள்ளணுக்கள்—இவை இரண்டுக்குமுள்ள வேறுபாடுகளை விளக்கு.
3. ரத்தம் உறைவது எதனால் ? அதனால் ஏற்படும் நன்மை என்ன ?
4. ஒரு படம் வரைந்து, இதயத்தின் அறைகளையும் அதனுடன் இணைந்துள்ள பெரிய ரத்தக் குழாய்களையும் குறி.
5. மூவிதழ் வால்வு, ஈரிதழ் வால்வு, அர்த்த சந்திர வால்வு—இவை எங்குள்ளன ? இவற்றின் வேலை என்ன ?
6. தமனிகளுக்கும் சிரைகளுக்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசங் களைக் குறி.
7. மூவகை ரத்த ஓட்டங்கள் யாவை ? அவை எங்கே தொடங்கி எங்கே முடிகின்றன ? ஒவ்வொரு ரத்த ஓட்டத்தினாலும் ஏற்படும் பயன் என்ன ?
8. நாடித்துடிப்பு என்றால் என்ன ? அதைக் கொண்டு என்ன அறிய லாம் ?

9. ரத்த ஓட்டத்தின் முக்கிய வேலைகளைக் குறிப்பிடு.

10. நிண நீர் என்றால் என்ன ? அதன் பயன் என்ன ? நிண நீர் ஏன் நிற மற்றிருக்கிறது ?

11. நிண நீர்க் குழாய்கள் எங்கே தொடங்கி, எங்கே முடிகின்றன ?

12. நிண நீர் சுரப்பிகள் எங்குள்ளன ? அவற்றின் வேலை என்ன ?

13. நிண நீர் எங்கு பொது ரத்த ஓட்டத்துடன் கலக்கிறது ?

4. கழிவு மண்டலம்

(சிறுநீரகங்கள்—பாகங்களும் வேலையும்—தோல்—பாகங்களும், வேலை களும்—தோலின் பாதுகாப்பு—நுரையீரல்கள் கழிவு உறுப்புகளாக வேலை செய்தல்.)

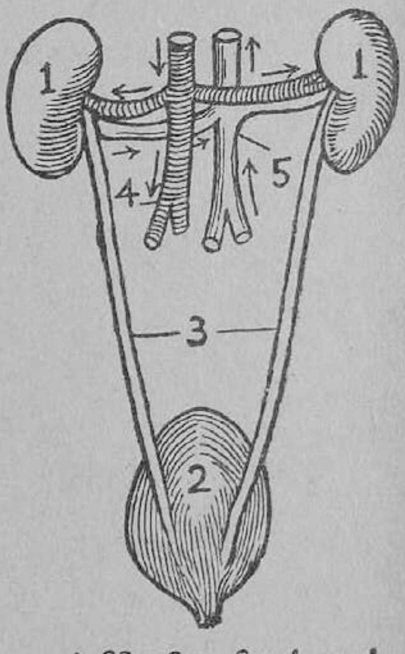
நீராவி எஞ்சினில் கரியை எரித்து, இயக்கும்சக்தி உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. எஞ்சின் வேலைசெய்யும் பொழுது சாம்பலும் புகையும் கழிவுப் பொருள்களாக வெளிவருகின்றன. இவை அகற்றப்படாமல் இருந்தால் எஞ்சினிலுள்ள நெருப்பு அணைந்து விடும். எஞ்சின் திறமையுடன் வேலைசெய்ய இயலாது. அதே போல் மனித உடலில் உறுப்புகள் வேலை செய்வதற்குத் தேவை யான சக்தி திசுக்களில் நிகழும் ஆக்ஸிகரணத்தினால் கிடைக் கிறது. உறுப்புகள் வேலை செய்த பிறகு சில கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவை முறையே கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, சிறு நீர் உப்பு, சில தாது உப்புக்கள், நீர் என்பனவாகும். இக்கழிவுப் பொருள்கள் அவ்வப்பொழுது வெளியேற்றப்பட வேண்டும். இப்பொருள்கள் அகற்றப்படுவதைக் **கழிவு** (excretion) என்றும், இவற்றை வெளியேற்றும் உறுப்புக்களைக் **கழிவு உறுப் புக்கள்** (excretory organs) என்றும் இவ்வுறுப்புகளின் தொகுதியை **கழிவு மண்டலம்** (excretory system) என்றும் கூறுகிறோம்.

கழிவு மண்டலத்தில் நான்கு முக்கிய உறுப்புக்கள் அடங்கி யுள்ளன. அவை : (1) சிறு நீரகங்கள், (2) தோல், (3) நுரை யீரல்கள், (4) மலக்குடல்.

மலக்குடல் : மலக்குடல் பெருங்குடலின் கடைசி பாகம்.

நாம் உட்கொள்ளும் உணவில் உடலுக்குத் தேவையான பகுதிகள் யாவும் ஜீரணிக்கப்பட்ட பிறகு தங்கியிருக்கும் உப யோகமற்ற சக்கையான பாகம் சிறு குடலிலிருந்து பெருங் குடலை அடைகிறது. இங்கு அதிலுள்ள தண்ணீர் பிரித்தெடுக்கப் பட்டு மிகுதியுள்ள பகுதி கெட்டிப் பொருளாகிறது. இதை மலக் குடல் வெளியே தள்ளுகிறது.

சிறுநீரகங்கள் (kidneys): இவை வயிற்றின் பின் புறத்தில் முதுகுத் தண்டிற்கு இருபக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்ருக, உதர விதானத்தின் கீழே அவரை விதை வடிவத்தில் கருஞ் சிவப்பு நிறத்துடன் அமைந்துள் ளன. ஒவ்வொன்றும் 4″ நீளமும் 2″ அகலமும் உடையது. ஒவ்வொரு சிறுநீரகமும் உட்பாகம் உட்கவிந் தும் மறுபக்கம் வெளிக்கவிந்து மிருக்கும். குழிவான பாகங்கள் முதுகெலும்பை நோக்கியும் குவிந்த பாகங்கள் வெளிப்புறத்திலும் இருக் கும். குழிவான பாகத்தில் ஒவ் வொரு சிறு நீரகத்தோடும் ஒரு தமனியும் ஒரு சிரையும் சேர்க்கப் பட்டிருக்கின்றன. இதே குழிவான பாகத்தில் ஒவ்வொரு சிறு நீரகத்தி லிருந்தும் ஒரு குழாய் வெளி வருகிறது. இக் குழாய்க்குச் சிறு **நீர்க்குழாய்** (ureter) என்று பெயர். இக்குழாய்கள் சுமார் 15″ நீளமுடையவை. இந்த இரு சிறுநீர்க் குழாய்களும் கீழ் நோக்கிச் சென்று, அடிவயிற் றின் முன்புறம் அமைந்துள்ள **சிறுநீர்ப்பை** (urinary bladder) என்ற ஓர் உறுப்பை அடைகின்றன. சிறுநீர்க் குழாய், சிறுநீரகத்தோடு பொருந்தியிருக்கு மிடத்தில் புனலைப்

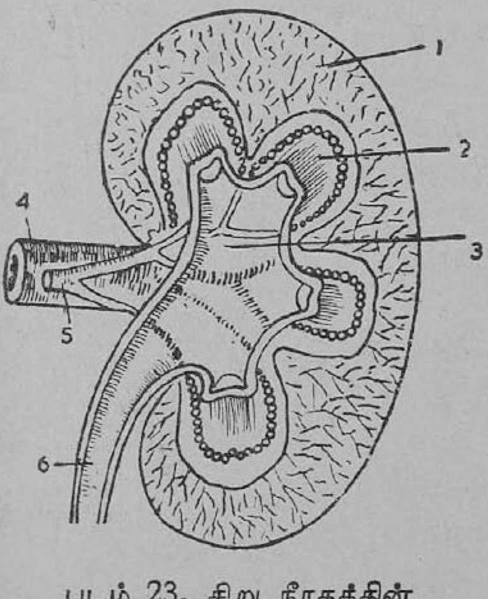


படம் 22. சிறு நீரகங்களும் சிறு நீர்ப்பையும்

1. சிறு நீரகங்கள் 2. சிறு நீர்ப்பை 3. சிறு நீர்க் குழாய் கள், 4. தமனி 5. சிரை

போன்று வாயகன்று குழிந்தும், சிறு நீர்ப்பையைச் சேருமிடங்களில் வால்வு போன்ற அமைப்புக்கள் உள்ளதாயும் அமைந்துள்ளன. இவ்வித அமைப்பினுல், சிறுநீரகங்களிலிருந்து குழாய்களின் வழியே வெளிவரும் சிறுநீர், திரும்பிச் சிறுநீரகங்களுக்குச் செல்லாது. சிறுநீர்க் குழாய்களின் வழியே வெளிவரும் சிறுநீர் துளித்துளியாகவந்து சிறுநீர்ப் பையில் சேர்ந்து, பை நிரம்பியவுடன் சிறுநீர்ப் புறவழி (urethra) என்ற ஒரு குழாயின் வழியாக வெளிச் செல்லும்.

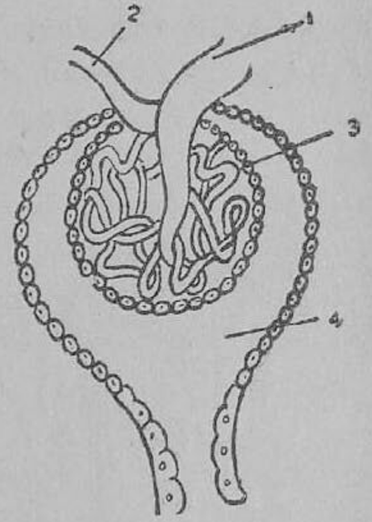
சிறுநீரகங்களின் வெட்டுமுகத் தோற்றத்தைப் படத்தில் பார். இதில் மூன்று பாகங்கள் உள்ளன. (1) வெளிப் பாகம் அல்லது வெளிச்சுவர். (2) குழிந்திருக்கும் உட்பாகம். (3) இவை இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட பாகம்.



படம் 23. சிறு நீரகத்தின் குறுக்கு வெட்டு
1. கார்டெக்ஸ் 2. மெடுல்லா(பிரமிடு) 3. பெல்விஸ் 4. தமனியின் கிளை 5. சிரையின் கிளை 6. சிறு நீர்க் குழாய்

வெளிப்பாகம் அல்லது வெளிச்சுவர் கார்ட்டெக்ஸ் (cortex) எனப்படும். குழிந்திருக்கும் உட்பாகம் **பெல்விஸ்** (pelvis) எனப்படும். இப்பாகத்துடன்தான் சிறுநீர்க் குழாயின் அகன்ற பாகம் இணைந்திருக்கிறது. பெல்விஸுக்கும் கார்ட்டெக்ஸுக்கும் இடையிலுள்ள நடுப்பாகம் **மெடுல்லா** (medulla) எனப்படும். இப்பாகம் சதைப்பற்றுள்ளது. இச்சதைப்பற்று பெல்விஸின் சில பாகங்களில் உந்தியிருக்கும். இவ்வாறு உந்தியிருக்கும் பாகம் **பிரமிடு** (pyramid) எனப்படும். இவை அடுக்கடுக்காகவும், ஒவ்வொன்றின் உச்சியும் உட்பாகமாகிய பெல்விஸை நோக்கி

யும் அமைந்துள்ளன. பிரமிடுகளில் அநேக மெல்லிய குழாய்கள் (tubules) இருக்கின்றன. இவை சமாந்தரப் போக்குள்ளவைகளாய் அகன்ற வாயோடு புறணியில் தொடங்கி பிரமிடுகளின் உச்சியில் முடிகின்றன. இக்குழாய்களின் அகன்ற வாய்ப்புறத்தில் நுண்ணிய ரத்தக்குழாய்கள் கூட்டமாக உள்ளன. இவற்றை அடுத்துக் கணக்கற்ற **சிறுநீரக முடிச்சுறைகள்** அல்லது **சிறுநீர்ப் பிரித்திகள்** உள்ளன. இச்சிறுநீர்ப் பிரித்திகள் ரத்தத்தினுல் கொண்டுவரப்படும் கழிவுப் பொருள்களிலிருந்து சிறுநீர் என்ற கழிவுப் பொருளைத் தனியாகப் பிரிக்கின்றன. பிறகு சிறுநீர் மேலே கூறப்பட்ட குழல்களின் வழியே பெல்விஸுக்குச் சென்று, அங்கிருந்து செல்லும் சிறுநீர்க்குழாய்களின் மூலம் சிறுநீர்ப் பையை அடைகிறது.



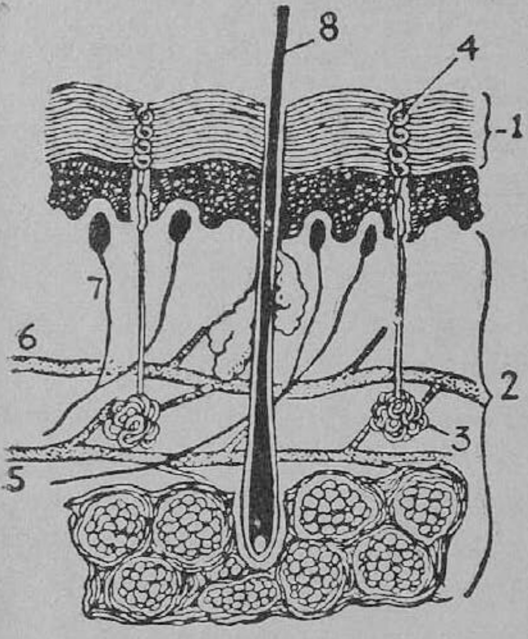
படம் 24. சிறு நீரக முடிச்சுறை

1, 2. தந்துகி ரத்தக் குழாய், 3. தந்துகிப்பின்னல் முடிச்சு, 4. உறை (சிறு நீர் பிரியும் இடம்.)

சிறுநீர் (urine): சிறுநீர், மஞ்சள் நிறமுள்ள தெளிவான திரவம். இது சிறுநீர் உப்பு (urea), சிறுநீர் அமிலம், சாதாரண உப்பு (sodium chloride), வேறு சில தாது உப்புக்கள் முதலியவை கரைந்த நீர். வெளிவரும் சிறுநீரின் அளவு சிறுநீரகத்திற்குச் செல்லும் ரத்தத்தின் அளவையும் சீதோஷ்ண நிலையையும் பொறுத்தது. குளிர்காலத்தில் வெளிச்செல்லும் சிறுநீரின் அளவு வெயில்காலத்தில் வெளிச்செல்லும் சிறுநீரைவிட அதிகம். ஏனெனில் வெயில்காலத்தில் ரத்தம் தோலுக்கு அதிகமாகவும் சிறுநீரகத்திற்குக் குறைவாகவும் செல்கிறது. குளிர்காலத்தில் தோலில் உள்ள ரத்தக்குழாய்கள் சுருங்குவதால், அதிக அளவில் ரத்தம் சிறுநீரகங்களுக்குச் செல்கிறது. இவ்விதம் தோலும்

சிறுநீரகங்களும் ரத்தத்திலுள்ள கழிவுப் பொருள்களை அகற்றுவதில் ஒத்துழைக்கின்றன.

தோலின் அமைப்பு : நமது தேகத்திலுள்ள தோலில் இரு அடுக்குகள் உள்ளன. ஒன்று **மேல்தோல்** (epidermis), மற்றொன்று **அடித்தோல்** (dermis). உடலின்மேல் காணப்படும் தோல் முழுமையும் ஒரே தன்மையுள்ளதாக இல்லை. உடலில் சில இடங்களில் மென்மையாகவும், சில இடங்களில் தடித்தும் காணப்படுகின்றது. உள்ளங்கை, குதிக்கால் போன்ற பாகங்களுக்கு வேலை அதிகமாதலால் அப்பாகங்களில் உள்ள தோல் கனமாயிருக்கிறது.



படம் 25. தோலின் அமைப்பு
1. மேல் தோல் 2. அடித்தோல்,
3. வேர்வை சுரப்பி, 4. வேர்வைத்துளை
5, 6. தந்துகி ரத்தக் குழாய்கள்
7. தொடு உணர்ச்சி நரம்பு
8. உரோமம்

மேல்தோல், உயிரற்ற பல ஸெல்களால் அமைந்தது. இந்த ஸெல்களெல்லாம் அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. எல்லா அடுக்குகளுக்கும் மேலேயுள்ளது தடிப்பானது; நாளடைவில் தேய்ந்து கெடும் தன்மையுடையது. எனினும், கீழிருந்து வளர்ந்துகொண்டே வரும் தோலினால், மேற்பரப்பு தேயத் தேய புதிய தோல் உண்டாகிக்கொண்டே வருகிறது. மேல்தோலின் கீழ் அடுக்கில் நிறமித் துணுக்குகள் (pigment granules) இருக்கின்றன. இவைகள்தாம் தோலுக்கு நிறத்தை அளிக்கின்றன. மேல் தோலில் ரத்தக் குழாய்களோ, நரம்புகளோ கிடையா.

அடித்தோல் : மேல் தோலின் அடியில் அடித்தோல் இருக்

கிறது. இதில்தான் ரத்தக் குழாய்கள், நரம்புகள், **வேர்வை சுரப்பிகள்** (sweat glands), **வேர்வை நாளங்கள்** (sweat ducts), எண்ணெய் சுரப்பிகள் (oil glands) ஆகியவை அமைந்துள்ளன. இங்குச் செல்லும் நரம்புகள் முட்டை வடிவமான சுருள்களாக முடிகின்றன. இந்நரம்புகளே, உடலில் ஏற்படும் தொடு உணர்ச்சிகளை மூளைக்கு அறிவிக்கின்றன.

தோலை ஒரு லென்ஸின்மூலம் பார்த்தால் அதன்மேல் வரிசையாகத் துவாரங்கள் காணப்படும். இவை வேர்வைத் **துவாரங்கள்** (pores). இத்துவாரங்களிலிருந்து மேல்தோலைத் தாண்டிக்கொண்டு அடித்தோலுக்குச் செல்லும் குழாய்கள் தென்படும். இக்குழாய்கள் தோலின் அடிவரை சென்று, நுனிகள் சுருண்டு ஒரு முடிச்சுப்போல் காணப்படும். இம்முடிச்சுக்கள் வேர்வை சுரப்பிகளாகும். இச்சுரப்பிகளினருகில் தந்துகி ரத்தக் குழாய்களு மிருக்கின்றன. வேர்வை சுரப்பிகள் இந்த ரத்தக் குழாய்களிலுள்ள ரத்தத்திலிருந்து அதிகப்படியான தண்ணீர், சில உப்புக்கள், சிறுநீர் உப்பு இவைகளைப் பிரித்தெடுத்து வேர்வையாக மாற்றி வேர்வை நாளங்களின் மூலம் வெளியே கொண்டுவந்து கொட்டுகின்றன.

தோலில் ஆழமான குழிகள் காணப்படுகின்றன. இவை உரோமக்குழிகள். இவைகளிலிருந்து உரோமம் வளர்கிறது. தோலில் உரோமங்களோடு பொருந்தியுள்ள எண்ணெய் சுரப்பிகளும் அமைந்துள்ளன. இச்சுரப்பிகளினின்றும் நாளங்கள் உரோமக்குழிகளை அடைகின்றன. இச்சுரப்பிகளில் ஒருவகைக் கொழுப்புப் பொருள் ஊறுகிறது. இப்பொருள், கசிந்து, மேலே வந்து, தோலை எண்ணெய்ப் பசையுள்ளதாகச் செய்கிறது.

தோலின் வேலைகள் : (1) தோல் உறைபோன்று அமைந்து உள்ளிருக்கும் உறுப்புக்களைப் பாதுகாக்கிறது. (2) தோலில் தொடு உணர்ச்சி செல்களிருப்பதாலும், இவை நரம்புகள்மூலம் மூளையோடு இணைக்கப்பட் டிருப்பதாலும் தோல் ஒரு தொடு உணர்ச்சி உறுப்பாக விளங்குகிறது. (3) தோல் ஒரு கழிவு உறுப்பாகவும் உதவுகிறது. இதைப்பற்றிய விவரத்தை முன்பே படித்தோம். (4) உடலின் உஷ்ண நிலையை ஒரே சீரான நிலை

யில் வைத்துக்கொள்வதற்குத் தோல் உதவியாகிறது. வெயில் காலங்களில் வேர்வை அதிகம் உண்டாகிறது. இவ்வேர்வை ஆவியாகும்பொழுது ஆவியாக மாறுவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தை இது உடலிலிருந்து கவர்ந்துகொள்கிறது. தோலின் மேற்பரப்பிலிருந்து சிறிது உஷ்ணம் எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதால் அப்பாகம் குளிர்ச்சி அடைகிறது. இவ்விதம் உடலில் உண்டாகும் வேர்வை ஆவியாவதன்மூலம் அதிக அளவு வெப்பம் தேகத்தினின்றும் வெளிச்செல்வதால் உடல் வெப்பநிலை ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. குளிர்காலங்களில் வேர்வை குறைவு. ஆதலால் உடலின் உஷ்ணம் குறைவதில்லை. எனவே, உடல் உஷ்ணநிலை ஒரே சீரான நிலையிலிருப்பதற்கு உதவியாயிருப்பது தோல் என்பது விளங்குகிறது.

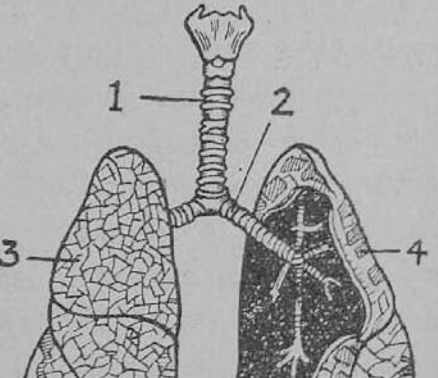
தோலைப் பாதுகாத்தல் : நமது தோல் ஒரு கழிவு உறுப்பாக அமைந்தும், உடலின் உஷ்ண நிலையை ஒரே அளவாக வைத்தும், உடலுக்கு ஒரு போர்வையாக அமைந்து உள்ளிருக்கும் உறுப்புக்களைப் பாதுகாத்தும், தொடுபுலனாகவும் அமைந்திருப்பதால் இத்தோலை நாம் மிகவும் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்வது அவசியம்.

தோலின் மூலம் கழிவுப்பொருளாகிய வேர்வை எப்பொழுதும் வெளியேறிக்கொண்டும் ஆவியாகிக்கொண்டும் இருக்கிறது. வேர்வை ஆவியாகும்போது, அதிலுள்ள நீர்மட்டும் ஆவியாகிறது. அதில் கரைந்துள்ள திடப்பொருள்களான சில உப்புக்கள் தோலின்மீதே தங்கிவிடுகின்றன. எனவே, நாம் தினந்தோறும் தோலைத் தேய்த்துக் கழுவாவிட்டால், இந்த உப்புக்கள் தோலின்மீது அதிகமாகச் சேரும்; வேர்வைத் துளைகள் அடைபடும்; உடல் அழுக்காகும்; உடலுக்கு ஒரு துர்நாற்றம் ஏற்படும். மேன்மேலும் வேர்வை வெளியேற முடியாமையால் ரத்தத்திலுள்ள கழிவுப்பொருள் வெளியேற்றப்படாமல் போகும்; ரத்தம் அசுத்தமடையும். மேலும், காற்றிலுள்ள தூசி தோலின் மீது படிந்து எண்ணெய்ப்பசையுடன் ஒட்டிக்கொள்ளும். அழுக்கடைந்த தோலில் நோய்க்கிருமிகள் தங்கி, சொறி, சிரங்கு முதலிய தோல் வியாதிகளை உண்டாக்கும். ஆதலால்

தோலைச் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்வது மிகவும் இன்றியமையாதது.

தினந்தோறும் அழுக்குப் போகத் தேய்த்துக் குளிக்கவேண்டும். சொரசொரப்பான ஒரு துணியினுல் உடலை நன்ருகத் தேய்த்து நீராடவேண்டும். சிறிது சீயக்காய்த்தூளோ, பயறு மாவோ உபயோகித்துத் தேய்த்தால் எண்ணெய்ப்பசை கலந்த அழுக்கு நீங்கிவிடும். சோப்பு உபயோகித்தால் உயர்ந்த ரகச் சோப்பை உபயோகிக்கவேண்டும். ஆரோக்கிய முள்ளவர் குளிர்ந்த நீரில்தான் நீராடவேண்டும். வாரத்திற்கு ஒன்றிரண்டு முறை எண்ணெய் தேய்த்து வெந்நீரில் குளிக்கலாம். இவ்வாறு குளிப்பதால் தசைகள் நன்மையடைகின்றன. தோல் மிருதுத் தன்மையடைகிறது.

நுரையீரல்கள் அமைப்பு—அவற்றின் கழிவு வேலை : மார்புக் கூட்டில் இதயத்தின் இருபுறங்களிலும் பக்கத்துக்கு ஒன்ருக இரு நுரையீரல்களிருக்கின்றன. இவை கடற்பஞ்சு போன்று மென்மையான பைகள் போன்றவை ; விரிந்து சுருங்கும் இயல்புடையவை. இவற்றினுள் கணக்கற்ற காற்று நுண்ணறைகள் (air cells) உள்ளன. இவை எல்லாம் காற்று நிறைந்தவை. நாம் உட்கொள்ளும் காற்று மூச்சுக் குழல் வழியே நுரையீரல்களை அடைகிறது. மூச்சுக்குழல் (wind pipe) மார்பின் மத்தியில் அமைந்து முதலில் இரு கிளைகளாகவும் பின்பு ஒவ்வொன்றும் பல பல சிறு கிளைகளாகவும் பிரியும். முடிவில் மிகச் சிறிய கிளைக் குழலின் நுனியில் காற்று நுண்ணறை அமைந்திருக்கும்.



படம் 26. சுவாச உறுப்புக்கள்
1. மூச்சுக்குழல்,
2. மூச்சுக் கிளைக் குழல்,
3, 4. நுரையீரல்கள்

காற்று நுண்ணறையின் சுவர்கள் இலேசானவை. காற்று நுண்ணறைகள் சுருங்கி விரியும் தன்மையுடையவை. மார்புத் தசைகளும் உதரவிதானமும் சுருங்கி விரியும்பொழுது மார்பறை மாறி மாறி விரிந்து சுருங்குகிறது. இதனுல் காற்று நுண்ணறைகளும் விரிந்து சுருங்குகின்றன. எனவே வெளிக் காற்று உட்புகவும் உள்ளிருக்கும் காற்று வெளிச் செல்லவும் கூடும். காற்று நுண்ணறைகளின் இடையே கணக்கற்ற தந்துகிகள் பரவியிருக்கின்றன.

இவ்விதம் ஒவ்வொரு நுரையீரலிலும் எண்ணிறந்த காற்று நுண்ணறைகளும், மூச்சுக் கிளைக் குழல்களும், தந்துகிக் குழாய்களும் அமைந்திருக்கின்றன.

கழிவு வேலை : திசுக்களில் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்கள் நிணநீருடன் கலக்கின்றன. இக்கழிவுப் பொருள்கள் நிணநீரினுல் ரத்தத்தில் சேர்க்கப்பட்டு ரத்த ஓட்டத்தின் மூலம் இதயத்திற்கு வந்து சேருகின்றன.

இதயத்தின் வலது வென்டிரிக்கிள் சுருங்கும்போது கழிவுப் பொருள்கள் நிறைந்த அசுத்த ரத்தம் நுரையீரல் தமனியின் வழியாக நுரையீரல்களுக்கு வருகிறது. நுரையீரல் தமனியின் மிக நுண்ணிய கிளைகளாகிய தந்துகிகள் நுரையீரல்களிலுள்ள காற்று நுண்ணறைகளின் இடையே பரவுகின்றன என்று முன்பே படித்தோம். இத் தந்துகிகள், காற்று நுண்ணறைகள் ஆகியவற்றினிடையே ஏற்படும் வாயுக்களின் இடமாற்றத்தால், காற்று நுண்ணறைகளிலுள்ள ஆக்ஸிஜன், தந்துகிகளை அடைகிறது; தந்துகிகளிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடும், நீராவியும், காற்று நுண்ணறைகளுக்குப் போய்ச் சேருகின்றன. வெளிச் சுவாசத்தின்பொழுது இவ்விரு வாயுக்களாகிய கழிவுப் பொருள்களும் நுரையீரல்களிலிருந்து வெளியே அகற்றப்படுகின்றன. எனவே, நுரையீரல்கள் கழிவு உறுப்பாகவும் வேலை செய்கின்றன.

கேள்விகள்

1. நமது உடலில் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்கள் யாவை? அவற்றை அகற்றும் உறுப்புக்கள் யாவை?

2. சிறுநீரகங்கள், சிறுநீர்க் குழாய்கள், சிறுநீர்ப்பை இவற்றைக் காட்டும் படம் வரைக.

3. சிறுநீரகங்கள் உடலில் எங்கு அமைந்திருக்கின்றன?

4. சிறுநீரகங்கள் சிறுநீரைப் பிரித்து அகற்றும் விதத்தை விவரி.

5. தோலின் அமைப்பை விவரித்துக் கூறுக.

6. தோல் அகற்றும் கழிவுப் பொருள்கள் யாவை?

7. தோலில் கழிவுப் பொருளைப் பிரித்தெடுக்கும் உறுப்பு யாது?

8. தோலின் வேலைகள் என்ன?

9. நாம் தோலை ஏன் எப்பொழுதும் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும்?

10. நுரையீரலின் அமைப்பை விவரி.

11. நுரையீரல் எக்கழிவுப் பொருள்களை வெளியேற்றுகிறது? எவ்வாறு வெளியேற்றுகிறது?

5. எலும்பு மண்டலம்

(மனித எலும்பு மண்டலம்—எலும்புக்கூடும், அதிலுள்ள எலும்புகளும்—மூட்டுக்களும் மூட்டுக்களின் வகைகளும்—பந்துகிண்ண மூட்டும் அதன் பாகங்களும்.)

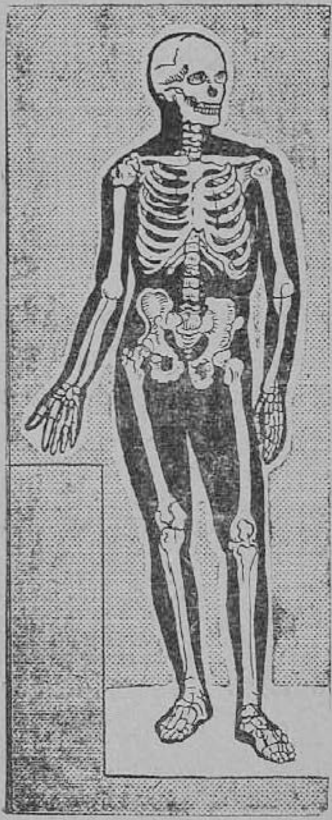
மனித உடலுக்கு ஆதாரமாயிருப்பது எலும்புக் கூடாகும். எலும்புக்கூடு அநேக எலும்புகள் இணைந்து அமைந்துள்ளது. உடலிலுள்ள எலும்புகள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியானவை யல்ல. சில சிறியவை ; சில பெரியவை ; சில தட்டையானவை. நம் எலும்புக் கூட்டில் சற்றேறக்குறைய 200 எலும்புகளுக்கு மேல் சேர்ந்து பல விதங்களில் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

எலும்புக் கூட்டினால் ஏற்படும் அனுகூலங்கள் : (1) எலும்புக்கூடு உடலுக்கு உருவத்தைக் கொடுக்கிறது. (2) எலும்புக் கூடு நம் உடலுக்கு உறுதி கொடுக்கிறது. (3) நிமிர்ந்து நிற்றல், நடத்தல், ஓடுதல், உட்காருதல் முதலிய வேலைகளை நாம் செய்வ

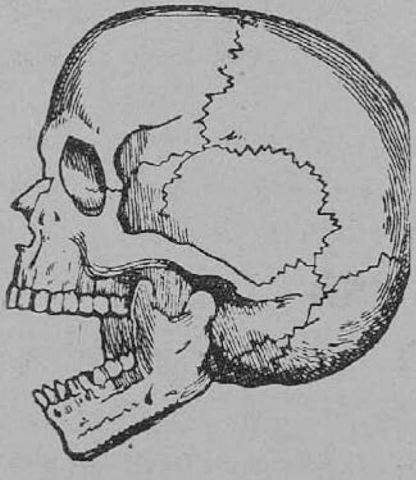
தற்கு எலும்புகள் உதவுகின்றன. (4) நம் உடலிலுள்ள முக்கிய மான உறுப்புக்களாகிய இதயம், நுரையீரல்கள், மூளை முதலிய வற்றை எலும்புக்கூடு பாதுகாக்கிறது.

நம் எலும்புக் கூட்டிலுள்ள எலும்பு களை நான்கு பிரிவுளாகப் பிரிக்கலாம் : (1) தலையெலும்புகள் (2) உடல் எலும் புகள் (3) கை எலும்புகள் (4) கால் எலும்புகள்.

தலை யெலும்புகள் : தலையெலும்புத்



படம் 27. மனித எலும்புக் கூடு



படம் 28. தலையெலும்புகள்

தொகுதியில் 22 எலும்புகள் உள்ளன. இவற்றில் 8 தட்டையான எலும்புகள் அசைக்க முடியாதபடி இணைந்து ஒர் உறுதியான பெட்டியைப் போல் அமைந்துள்ளன. இந்தப் பெட்டிக்குக் கபாலம் (skull) என்று பெயர். இதில் தான் மனிதனின் முக் கியமான உறுப்பாகிய மூளை பாதுகாப்பாக அமைக்கப்பட் டிருக்கிறது. மீதியுள்ள 14 எலும்புகள் சேர்ந்து மனிதனின் முகம் அமைந்திருக்கிறது. இந்த எலும்புகளில்தான் கண், மூக்கு, வாய் முதலிய உறுப்புக்கள் அமைந்துள்ளன. கீழ்த் தாடை எலும்பு ஒன்றைத் தவிர மற்றவை அசையாதபடி கபா

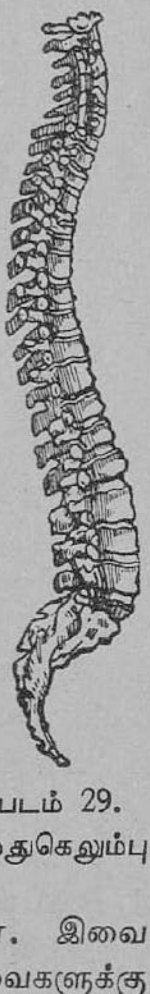
லத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கீழ்த் தாடை எலும்பு மட்டும் காதுக்கருகில் கபாலத்துடன் அசையுமாறு சேர்க்கப் பட்டிருக்கின்றது. இவ்வாறு அசைவு ஏற்படுவதால்தான் நாம் உணவைப் பற்களினிடையே வைத்து அரைக்க முடிகிறது.

கபாலம் என்ற மண்டையோட்டில் (cranium) உள்ள எலும்புகளில் இரண்டு உச்சியில் பொருந்தி இருபக்கங்களிலும் அமைந்திருப்பவை. இவை மண்டைப் பக்க எலும்புகள் (parietals) ஆகும். முன் பக்கத்திலுள்ளது நெற்றி எலும்பு (frontal). மண்டையின் பின் பக்கத்தில் உள்ளது பின் மண்டை எலும்பு (occipital). இவற்றைத் தவிர, இரு பொட் டெலும்புகளும் (temporal bones), ஒரு ஆப்பெலும்பும் ஒரு சல்லடை எலும்பும் உள்ளன. இவ்வெலும்புகளெல்லாம் அசைக்க முடியாதபடி இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று முன்பே கூறப் பட்டது.

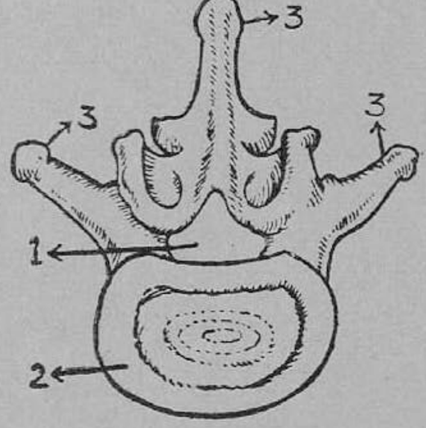
உடல் எலும்புகள் : உடலில் 64 எலும்புகளுக்கு மேலிருக் கின்றன. இவற்றில் முதுகு எலும்புகள் அல்லது முதுகுத்தண்டு (vertebral column), மார்பு எலும்பு (sternum), விலா எலும்புகள் (ribs), தோள்பட்டை எலும்புகள் (scapula), காறை எலும்புகள் (clavicle), இடுப்பெலும்புகள் (pelvic bones) எல்லாம் சேர்ந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானது முது கெலும்பு அல்லது முதுகுத் தண்டு.

முதுகெலும்பு : இது ஒரு தனி எலும்பன்று. இது மோதிரம் போன்ற 33 சிறிய எலும்புகள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட சங்கிலி போன்ற எலும்பு. இது வில்லைப்போல் சிறிது வளைந் திருக்கும். இது கழுத்திலிருந்து உடலின் அடிப்பாகம் வரையில் நீண்டிருக்கிறது. இதன் மேல்நுனி கபாலத்துடனும், கீழ்ப் பாகம் இடுப்பெலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ் வொரு தனி எலும்பும் ஒரு முள் எலும்பு (vertebra) எனப் படும். கழுத்துப் பாகத்தில் ஏழு எலும்புகள் உள்ளன. இவை கழுத்து முள் எலும்புகள் (cervical vertebrae) எனப்படும். இதற்குக் கீழாக முதுகுப் புறத்தில் 12 எலும்புகள் அமைந் துள்ளன. இவை முதுகு முன் எலும்புகள் (thoracic or dorsal

vertebrae) ஆகும். இன்னும் கீழே அமைந்துள்ள 5 எலும்புகளுக்கு விலா முள் எலும்புகள் (lumbar vertebrae) என்று பெயர். இதற்குக் கீழே 5 எலும்புகள் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு இடுப்புப் பாகத்தில் அமைந்துள்ளன. இவை திரிக முன் எலும்புகளாகும் (sacral vertebrae). முடிவில் 4 எலும்புகள் முற்றுப் பெறாமல் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்



படம் 29.
முதுகெலும்பு

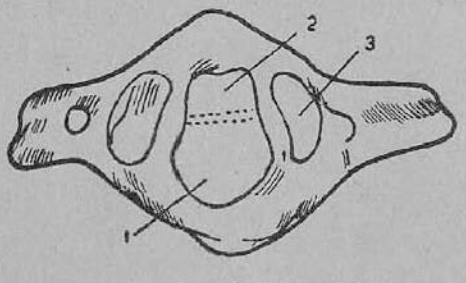


படம் 30. ஒரு முள்ளெலும்பு
1. தண்டு வடம் செல்லும் துளை
2. முள்ளெலும்பின் உடல்
3. முட்கள்

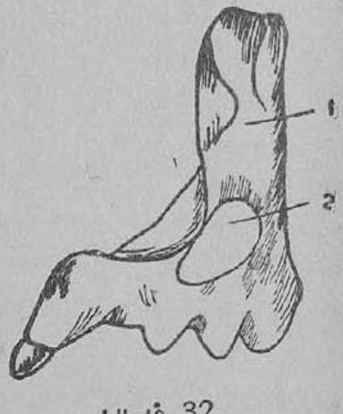
ளன. இவை குறுகலான வால் போன்ற அமைப்பை யுடையன. இவைகளுக்கு வால் முள் எலும்புகள் (coccygeal vertebrae) என்று பெயர். இந்த முள் எலும்புகளெல்லாம் குருத்தெலும்பு (cartilage) என்ற ஒரு மென்மையான எலும்பால் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. ஆதலினால் தான், நாம் நமது உடலை முன்னும் பக்கவாட்டிலும் வளைக்க முடிகிறது. ஒவ்வொரு முள் எலும்பிலும் ஒரு துவாரமிருக்கிறது. இந்த எலும்புகள் ஒன்றின் மேலொன்று படிந்து பொருந்துவதால் இத்துவாரங்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு கால்வாய் அல்லது குழல் போன்றிருக்கிறது. இதற்குள்தான் **தண்டுவடம்** (spinal cord) என்ற நரம்பு

அமைந்துள்ளது. மூளைக்குக் கபாலம் பாதுகாப்பாக அமைந்திருத்தல் போன்று, தண்டுவடத்திற்கு முதுகுத் தண்டு பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளது.

முதுகுத் தண்டின் மேற்புறத்தில் கழுத்துப் பக்கத்தில் முதலில் இருப்பது அட்லஸ் என்னும் பிடர் எலும்பு (atlas). இது வளையம் போன்றது. இதற்கு அடியில் இருப்பது பிடர் அச்சு (axis). பிடர் எலும்பு, தலையோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே, முதுகுத் தண்டு கபாலத்தைத் தாங்கி நிற்க முடிகிறது. பிடர் எலும்பு, பிடர் அச்சில் சுழலும்படி அமைக்கப் பட்டுள்ளது. இவ்வித அமைப்பினால் தலையைச் சற்று மேலும் கீழும் பக்கங்களிலும் திருப்ப முடிகிறது.



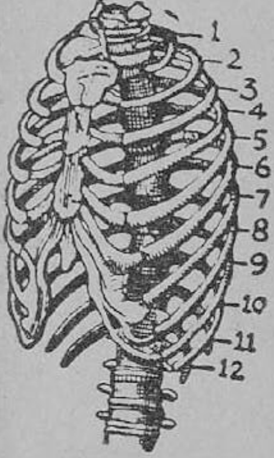
படம் 31. பிடர் எலும்பு
1. பிடர் அச்சின் முளை புகும் துவாரம், 2. தண்டுவடம் செல்லும் துவாரம், 3. கபால எலும்பு அமரும் குழி



படம் 32.
பிடர் அச்சு
1. முளை, 2. தண்டு வடப் பாதை

மார்பு எலும்பும் விலா எலும்புகளும் (sternum and ribs): மார்பு எலும்பு மார்பின் நடுவில் அமைந்துள்ள ஒரு தட்டையான எலும்பு. மார்புக் கூட்டில் இம்மார்பு எலும்பைத் தவிர 12 ஜதை எலும்புகள் வளைந்து அமைந்திருக்கின்றன. இவைகள் விலா எலும்புகள் எனப்படும். ஒவ்வொரு விலா எலும்பின் ஒரு நுனி முதுகுத் தண்டிலுள்ள முள் எலும்புகளோடும் (thoracic vertebrae), மற்றொரு நுனி

மார்பெலும்போடும் (sternum) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்விதம் 7 ஜதை விலா எலும்புகள் மட்டும் நேராக மார்பு எலும்புடன் சேர்ந்துள்ளன. இவை **மெய் விலா எலும்புகள்** (true ribs) எனப்படும். இவற்றின் கீழுள்ள மூன்று ஜதை விலா எலும்புகள் ஒரு சிறு எலும்புத் துண்டில் ஒன்று சேர்ந்து 7-வது ஜதை விலா எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை **கள்ள விலா எலும்புகள்** (false ribs) எனப்படும். அடியிலுள்ள எஞ்சிய இரண்டு ஜதை விலா எலும்புகள் முன்புறம் ஆதாரமில்லாமலும் மார்பெலும்புடன் சேராமலும் மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. ஆதலால், இவ்விலா எலும்புகளுக்கு '**மிதக்கும் விலா எலும்புகள்**' (floating ribs) என்று பெயர். இவ்விதம், விலா எலும்புகள், மார்பு எலும்பு, முதுகுத்தண்டு முதலிய எலும்புகளாலாகிய மார்புக்கூடு வலிவுள்ளது. ஆகவே இதனுள் அமைந்திருக்கும் முக்கிய உறுப்புக்களாகிய இதயமும் நுரையீரல்களும் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

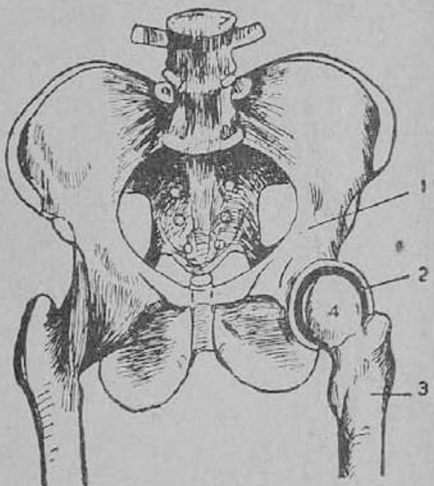


படம் 33.
மார்புக் கூடு
1–7. மெய் விலா எலும்புகள் 8–10. கள்ள விலா எலும்புகள் 11–12. மிதக்கும் விலா எலும்புகள்

தோள்பட்டை எலும்புகளும், காறை எலும்புகளும் (scapula and clavicle or collar bone) : மார்பெலும்பின் மேல் முனையிலிருந்து இரண்டு எலும்புகள் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் கைகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை **காறை எலும்புகள்** எனப்படும். இவை சுமார் 6 அங்குலம் நீளமுடையவை. காறை எலும்புகளுடன் ஒவ்வொரு தோளிலும், முதுகுப் பாகத்தில் முக்கோண வடிவமாயும் தட்டையாயுமுள்ள ஒரு எலும்பு உள்ளது. இது தான் **தோள்பட்டை எலும்பு** (scapula). தோளில் காறை எலும்பு, தோள்பட்டை எலும்பு, மேற்கை எலும்பு ஆகிய இம்மூன்றும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தோள்பட்டை எலும்பும் காறை எலும்பும் சேருமிடத்தில்

கிண்ணம் போன்ற ஒரு குழியிருக்கிறது. இக்குழியில்தான் மேற்கை எலும்பின் (bone of upper arm) உருண்டை வடிவமான முனை சுழலும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

இடுப்பெலும்புகள் : முதுகுத் தண்டின் மேல் பாகத்தில் பக்கத்திற்கொன்ருகத் தோள்பட்டை எலும்புகள் இணைக்கப்பட்டிருப்பது போல் கீழ்ப்பாகத்தில் முதுகுத்தண்டின் ஒரு பகுதியாகிய திரிக எலும்போடு இரண்டு எலும்புகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை பின் இடுப்பெலும்புகள் (iliac) எனப்படும். இவைகளும் தட்டையான எலும்புகளே. ஒவ்வோர் எலும்பும் மூன்று சிறு எலும்புகள் சேர்ந்தது. இடுப்பு எலும்புகளும் முதுகுத் தண்டின் அடிப்பாகமும் சேர்ந்து ஒரு குழி அமைந்துள்ளது. இவ்வெலும்புக் குழியில் தான் வயிற்றறையிலுள்ள முக்கியமான உறுப்புக்களாகிய இரைப்பை, குடல்கள் முதலியவை தாங்கப்படுகின்றன.

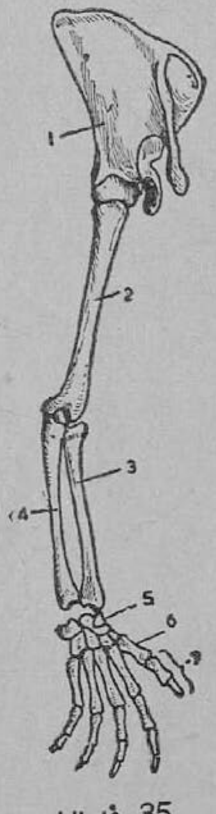


படம் 34. இடுப்பெலும்புகள்
1. இடுப்பெலும்பு
2. இடுப்பெலும்புக் குழி
3. தொடை யெலும்பு
4. தொடை யெலும்பின் மேல் முனை

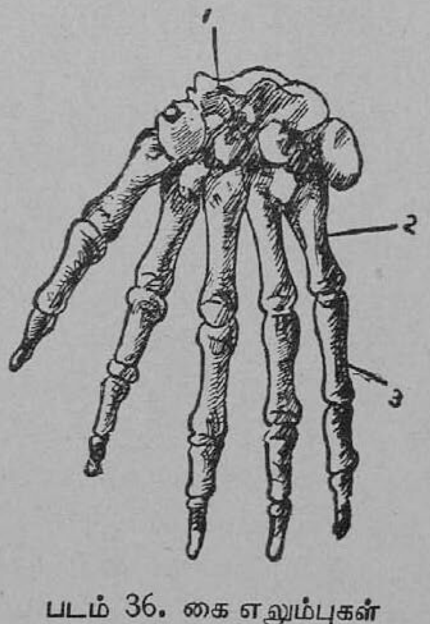
ஒவ்வோர் இடுப்பெலும்பின் பக்கத்திலும் ஒரு குழி காணப்படும். இக்குழிகளில்தான் தொடை எலும்புகளின் மேல் முனைகள் பொருந்தியுள்ளன. இவ்விதம் அமைந்துள்ள இவ்வெலும்புத் தொகுதிக்கு இடுப்பு வளையம் (pelvic girdle) என்று பெயர்.

கைகால் எலும்புகள் (bones of the arms and legs) : கைஎலும்புகள் தோள்பட்டை எலும்புடனும் கால் எலும்புகள் இடுப்பு எலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கையிலும் 30 எலும்புகளிருக்கின்றன. மேற்கையில் மேற்கை

எலும்பு (humerus) என்ற ஓர் எலும்பும், முன்கை அல்லது கீழ்க்கையில் ஆர எலும்பு (radius), முழங்கை எலும்பு (ulna) என்ற இரண்டு எலும்புகளும், மணிக்கட்டில் 8 சிறு எலும்புகளும், அவற்ருேடு இணைந்துள்ள உள்ளங்கையில் 5 எலும்புகளும், கட்டைவிரலில் 2 எலும்புகளும், மீதி விரல் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று எலும்புகளும், ஆக விரல்களில் 14 எலும்புகளுமிருக்கின்றன. மணிக்கட்டில் உள்ள எலும்புகள் வரிசைக்கு நான்கு வீதம் இரு வரிசைகளாக அமைந்துள்ளன. இவை மணிக்



படம் 35.
கையெலும்புகள்
1. தோள்பட்டை எலும்பு
2. மேற்கை எலும்பு
3. ஆர எலும்பு
4. முழங்கை எலும்பு
5. மணிக்கட்டு எலும்புகள்
6. உள்ளங்கை எலும்புகள்
7. விரல் எலும்புகள்



படம் 36. கை எலும்புகள்
1. மணிக்கட்டு எலும்புகள்
2. உள்ளங்கை எலும்புகள்
3. விரல் எலும்புகள்

கட்டெலும்புகள் (carpals) எனப்படும். உள்ளங்கையில் அமைந்துள்ளவை உள்ளங்கை எலும்புகள் (meta-carpals)

ஆகும். விரல்களில் உள்ள எலும்புகளுக்கு விரல் எலும்புகள் (phalanges) என்று பெயர்.

கீழ்க்கையிலுள்ள ரேடியஸ், அல்நு என்ற எலும்புகள் மேற்கை எலும்புடன் முழங்கையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு கைகள் பல எலும்புகள் சேர்ந்து அமைந்திருப்பதால்தான் நாம் பொருள்களை எடுக்கவும், எழுதவும், இன்னும் பல நுட்பமான வேலைகளைச் செய்யவும் முடிகிறது.

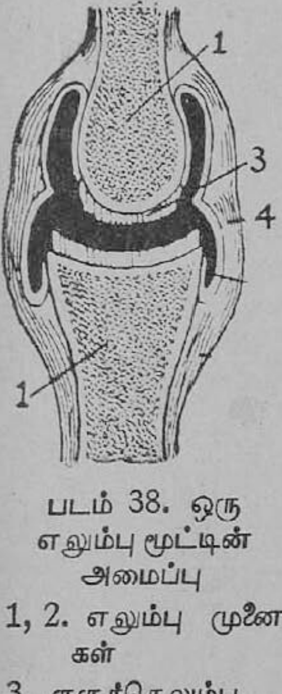
கால் எலும்புகளின் அமைப்பு அநேகமாகக் கை எலும்புகளின் அமைப்பை ஒத்ததே. ஒவ்வொரு காலிலும் 30 எலும்புகளிருக்கின்றன. தொடையில் (thigh) நீண்ட பலமுள்ள தொடை எலும்பு (femur) ஒன்றும், கீழ்க்காலில் கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு (fibula), கீழ்க்கால் உள் எலும்பு (tibia) என்ற 2 எலும்புகளும், முழங்காலில் முழங்கால் சில் (knee-cap or patella) என்ற ஓர் எலும்பும், கணைக் காலில் (ankle) 7 கணைக்கால் எலும்புகளும் (tarsal bones), பாதத்தில் (foot) 5 பாத எலும்புகளும் (meta-tarsal bones), விரல்களில் (toes) பெரிய விரலில் இரு எலும்புகள், மற்றை நான்கு விரல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் 3 எலும்புகள் வீதம் 12 எலும்புகள் ஆக 14 விரல் எலும்புகளும் அமைந்துள்ளன. கால்களில் உள்ள எலும்புகள் பலவிதங்களில் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால்தான் நாம் நடக்க, ஓட, விளையாட முடிகிறது. நாம் கால் தவறிக் கீழே விழுந்தால் முழங்கால் சில், முழங்காலில்

படம் 37.
கால் எலும்புகள்

1. இடுப்பெலும்பு
2. தொடை எலும்பு
3. முழங்காற் சில்
4. கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு 5. கீழ்க்கால் உள்ளெலும்பு 6. குதிகால் எலும்புகள் 7. பாத எலும்புகள் 8. கால்விரல் எலும்புகள்

உள்ள எலும்பு இணைப்பிற்குக் கெடுதி ஏற்படாமல் பாதுகாப்பளிக்கிறது.

எலும்பு மூட்டுகள் (joints): நமது உடம்பிலுள்ள எலும்புகள் பலவிதமாக ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் ஒன்றுயிணையுமிடத்திற்கு மூட்டு (joint) என்று பெயர். மூட்டுகள் இருப்பதால், ஓர் எலும்பை மற்றொன்றின் மீது நகர்த்த முடிகிறது. இரண்டு எலும்புகள் பொருந்துமிடத்தில் அவை விலகாதிருக்கும்படி பந்தகங்கள் (ligaments) என்ற கயிறுகளால் கட்டப்பட்டுள்ளன. எலும்பு முனைகள் தேயாதிருக்க, முனைகளில் குருத்தெலும்பு (cartilage) என்ற மென்மையான திசு அமைந்துள்ளது. மேலும், எலும்புகள் நகரும்பொழுது சிக்கல் ஏற்படாதிருக்க ஒருவித எண்ணெய் போன்ற திரவம் இம்மூட்டுகளில் கசிகின்றது. இதற்கு மூட்டுச் சுரப்புநீர் என்று பெயர். இந் நீரால் மூட்டுகளில் எப்பொழுதும் ஈரம் படிந்திருப்பதால் எலும்புகள் எளிதில் அசைய முடியும்.



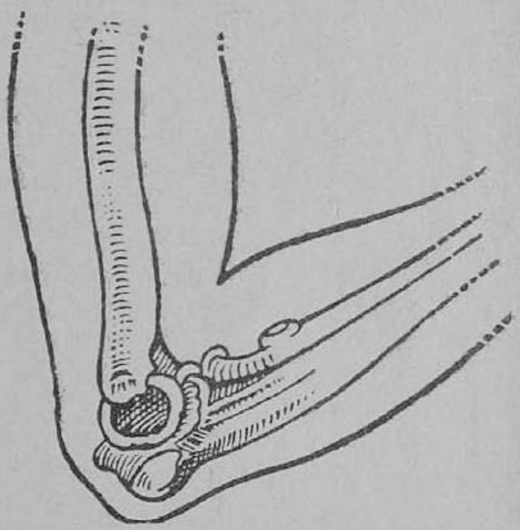
படம் 38. ஒரு எலும்பு மூட்டின் அமைப்பு
1, 2. எலும்பு முனைகள்
3. குருத்தெலும்பு
4. பந்தகங்கள்

மூட்டுகள் இருவகைப்படும்: (1) அசையா மூட்டுகள் (immovable joints), (2) அசையும் மூட்டுகள் (movable joints). கபால எலும்புகளின் இணைப்பு அசையா மூட்டைச் சேர்ந்தது. தோள், இடுப்பு, முழங்கை, முழங்கால், விரல்கள் முதலிய இடங்களிலுள்ள மூட்டுகள் அசையும் மூட்டுகள். அசையும் மூட்டுகள் பலவகைப்படும். அவை இயங்கும் தன்மையைப் பொறுத்து, நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படும்: (1) வழுக்கு மூட்டு, (2) கீல் மூட்டு, (3) பந்து கிண்ணமூட்டு, (4) முளை மூட்டு.

வழுக்கு மூட்டு (gliding joint): இதில் சொற்ப அசைவு

தான் ஏற்படும். இதில் உள்ள எலும்புகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று சிறிது நகரும்படியாக அல்லது நழுவக் கூடியவிதமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மணிக்கட்டு, முதுகுத் தண்டிலுள்ள முள்ளெலும்புகள் சேருமிடம் ஆகிய இடங்களில் காணப்படும் மூட்டுக்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

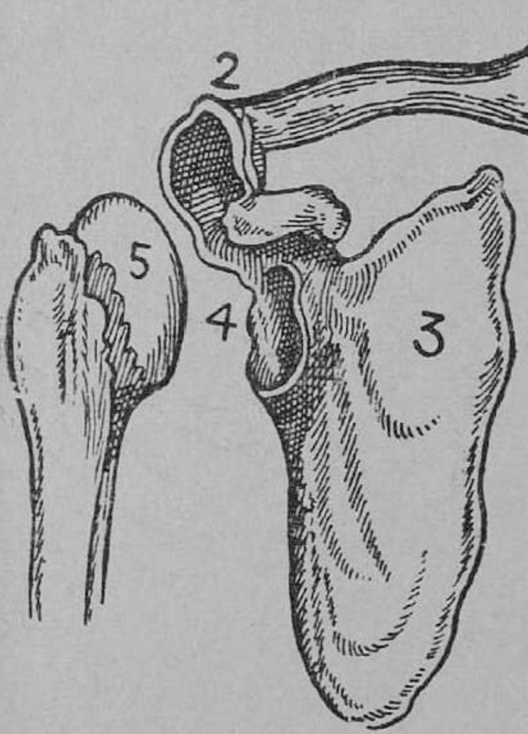
கீல்மூட்டு (hinge joint): கதவும் நிலையும் பொருந்தியிருக்குமிடத்தில் அமைந்துள்ள கீல் கதவுகளை ஒரு திசையில் மூடித் திறப்பது போல் கீல்மூட்டு, எலும்புகளை முன்னும் பின்னுமாக ஒரு திசையில்தான் அசையவிடும். இவ்வித மூட்டுக்கள் முழங்கை, முழங்கால் ஆகிய உறுப்புக்களில் காணப்படுகின்றன. தொடை எலும்பும் கீழ்க்கால் உள் எலும்பும் சேரும் முழங்கால் மூட்டு இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. இம்மூட்டுக்கள் எலும்புகளை ஒரே புறந்தான் அசையச் செய்வதால் நாம் கால்களையோ கைகளையோ மடக்கவும் நீட்டவும்தான் முடிகிறது. முன்கைகளைப் பின்புறமாகவோ, முன்கால்களை மேற்புறமாகவோ மடக்க முடிவதில்லை.



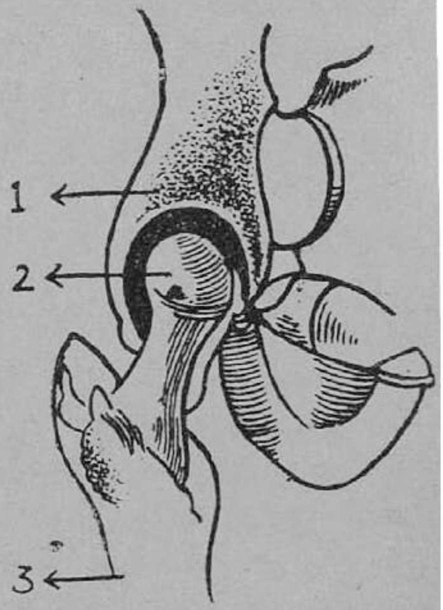
படம் 39.
முழங்கையில் கீல் மூட்டு

பந்துகிண்ண மூட்டு (ball and socket joint): தோள் மூட்டும், இடுப்பு மூட்டும் பந்து கிண்ண மூட்டுக்கள். இவ்வகை மூட்டில் ஓர் எலும்பின் நுனி பந்துபோல் உருண்டையாயிருந்து மற்றோர் எலும்பில் உள்ள கிண்ணம் போன்ற குழியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. தோள் மூட்டில், மேற்கை எலும்பின் மேற்புறம் பந்துபோல் உருண்டை வடிவமுள்ளது. தோள் பட்டை எலும்பில் கிண்ணம் போன்ற குழியுள்ளது. மேற்கை எலும்பின் உருண்டை இக்கிண்ணத்தில் பொருத்தப்பெற்றிருக்

கிறது. உருண்டைப் பகுதி கிண்ணத்தில் நாலா பக்கமும் உருளுகின்றது. ஆகவே, இம்மூட்டிற்குப் பந்துகிண்ண மூட்டு எனப் பெயர் வழங்கலாயிற்று. இவ்விதமே தொடை எலும்பின் மேல்நுனி பந்துபோன்று உருண்டுள்ளது; இடுப்பெலும்பில்



படம் 40.
தோளில் பந்து கிண்ண மூட்டு
1, 2. காறை எலும்பு
3. தோள் பட்டை எலும்பு
4. தோள் பட்டை, காறை எலும்புகளில் குழி
5. மேற்கை யெலும்பின் பந்து போன்ற முனை



படம் 41.
தொடையில் பந்து கிண்ண மூட்டு
1. இடுப்பெலும்பு
2. தொடை யெலும்பின் பந்து போன்ற முனை
3. தொடையெலும்பு

கிண்ணம் போன்ற ஆழமான குழி அமைந்துள்ளது. தொடை எலும்பு இக்குழியில் பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. எனவே, இம் மூட்டினுல் நாலா பக்கங்களிலும் எலும்பை அசைக்க முடிகிறது.

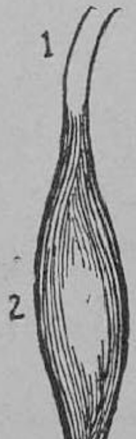
முளை மூட்டு (pivot joint): கபாலத்தைத் தாங்கும் பிடர் எலும்பு அதற்கு அடியிலிருக்கும் பிடர் அச்சின் முளை போன்ற பாகத்தைச் சுற்றுகிறது என்று படித்தோமல்லவா? இவ்வித மூட்டுக்கு முளைமூட்டு என்று பெயர். இவ்வித மூட்டி னால் தலையை இடதுபுறமும் வலதுபுறமும் திருப்ப முடிகிறது. முழங்கையில் கீல் மூட்டைத் தவிர முளைமூட்டும் அமைந்திருக் கிறது. முன்கையிலுள்ள ஆர எலும்பு முழங்கை எலும்புடன் முளைமூட்டினால்தான் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வித மூட்டு அமைந்திருப்பதால்தான் நாம் நமது கீழ்க்கையைத் திருப்ப முடிகிறது.

கேள்விகள்

1. உடலுக்கு எலும்புக் கூட்டின் அவசியம் யாது?
2. எலும்புக் கூட்டினால் ஏற்படும் நன்மைகள் யாவை?
3. எலும்புக் கூட்டின் முக்கியப் பிரிவுகள் எவை?
4. தலையிலுள்ள எலும்புகள் யாவை?
5. கபால எலும்பைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.
6. முதுகெலும்பு எவ்விதம் அமைந்துள்ளது?
7. மார்புக்கூட்டில் சம்பந்தப்பட்ட எலும்புகள் எவை?
8. இடுப்பெலும்பு எவ்வுறுப்புக்களைத் தாங்குகிறது?
9. விலா எலும்புகளின் அமைப்பை விவரி.
10. கையிலும் காலிலுமுள்ள எலும்புகளை வரிசையாக எழுதுக.
11. எலும்புகள் எவ்வாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன?
12. தோள் வளையம், இடுப்பு வளையம் இவற்றின் அமைப்பை விவரி.
13. உடலில் காணப்படும் எலும்பு மூட்டுக்கள் எத்தனை வகைப்படும்? அவை யாவை?
14. மூட்டுக்களால் என்ன பயன்?
15. பந்துகிண்ண மூட்டு எங்குள்ளது? அதன் அமைப்பை விவரி.
16. கீல்மூட்டில் எவ்வித அசைவு உண்டாகிறது?
17. முளைமூட்டு எங்கே காணப்படுகிறது? இதனால் எவ்வித அசைவு கிடைக்கிறது?
18. எலும்புக்கூட்டில் பந்தகங்கள் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
19. தோள்பட்டை, முதுகுத்தண்டு, மணிக்கட்டு, முழங்கை, கழுத்து இவ்விடங்களில் எவ்வகை மூட்டுக்கள் அமைந்திருக்கின்றன?

6. தசைகள்

பலவித இயக்கங்களுக்கும் நடமாட்டத்திற்கும் எலும்புகள் ஒன்ருேடொன்று சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று படித்தோமல்லவா? எலும்புகள் சேர்க்கப்பட்டிருந்தால் மட்டும் போதாது; எலும்புகள் தாமாகவே அசையா; அவைகளை அசைப்பதற்கு வேறு ஒரு பொருள் வேண்டும். அவ்விதம் எலும்புகளை அசைக்கும் பொருள்தான் நமது தேகத்தில் காணப்படும் தசைகள். உடலைப் போர்த்துள்ள மேல் தோலை உரித்து நீக்கிஞல் அதன்கீழ் மென்மையான சிவந்த மாமிசத்திரள்கள் காணப்படும். இவைதாம் தசைகள் ஆகும். இவைகளையே நாம் மாமிசம் என்றும் சதை என்றும் கூறுகிருேம். இவைகளில் ரத்த ஓட்டம் அதிகமாயிருப்பதால் இவை சிவப்பு நிறமுள்ளதாயிருக்கின்றன.



படம் 42. ஓர் இயக்கு தசையின் தோற்றம்
1. தசை நாண்கள்
2. தசையின் நடுப்பகுதி

தசைகளின் அமைப்பு: தசைகள் நடுவில் பருத்தும் நுனிகளில் மெலிந்து நீண்டுமிருக்கும். தசைகளின் நுனிகளில் வெண்மையான கயிறு போன்ற உறுதியான தசை நாண்கள் (tendons) என்ற திசுக்கள் உள்ளன. தசைகள் இத்தசை நாண்களால் எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசைகள் சுருங்கி விரியும் இயல்புடையவை. ஒரு தசை சுருங்கும்பொழுது அதன் உருவம் சிறுத்துத் திரண்டு காணப்படும். அதன் இரு நுனிகளும் ஒன்றையொன்று நெருங்கிவரும். தசை சுருங்கும்பொழுது தசை நாண்கள் விரைப்பாய் இழுக்கப்படுவதால் எலும்புகள் தூக்கப்பட்டு அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன. ஆகவே, தசைகள், எலும்புகளை நெம்புகோல்களாகப் பயன்படுத்தி, அசைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

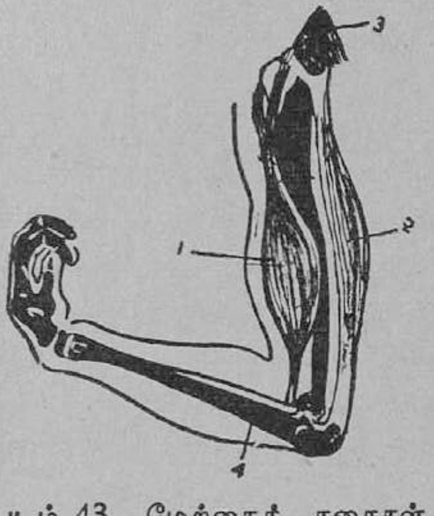
தசைகளின் உபயோகம்: தசைகள் நமக்கு இருவிதங்களில் பயன்படுகின்றன. (1) அவை எலும்புக் கூட்டை ஒரு போர்வையைப்போல் மூடி, தேகத்திற்கு உருவத்தையும் அழகையும் கொடுக்கின்றன. (2) தசைகளினுல் அசைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

தசைகளின் வகைகள்: நமது உடலில் உள்ள தசைகள் இருவகைப்படும். சில தசைகள் நம் விருப்பத்திற்குக் கட்டுப்பட்டு வேலை செய்யும். அவைகளை நாம் நினைக்கிறபடி அசையச் செய்யலாம். கை, கால், தலை முதலியவைகளை நாம் நம் விருப்பப்படி அசைக்கிறோம். இவ்வாறு நமது இச்சைக்குக் கட்டுப்பட்ட அல்லது நாம் நினைப்பதுபோல் வேலை செய்யக்கூடிய தசைகள் இயக்கு தசைகள் (voluntary muscles) எனப்படும். இத் தசைகள் தான் எலும்புகளோடு தசை நாண்களினுல் பிணைக்கப் பட்டுள்ளன.

நம் விருப்பத்திற்குக் கட்டுப்படாத தசைகளும் உடலில் பல இருக்கின்றன. இவை தாமாகவே தங்களுடைய வேலைகளைச் செய்கின்றன. நாம் விரும்பும்பொழுது அவைகளை அசைக்க முடியாது. நம் உத்தரவினுல் அவை வேலை செய்வதில்லை; அவைகளை வேலை செய்யாமல் தடுக்கவும் நம்மால் இயலாது. இவ்விதம் நம் இச்சைக்குக் கட்டுப்படாமலும், நம் தூண்டுதலில்லாமலும் தாமாகவே எப்பொழுதும் வேலை செய்துகொண்டிருக்கும் தசைகள் **இயங்கு தசைகள்** (involuntary muscles) எனப்படும். இதயம், இரைப்பை, உணவுப் பாதை, நுரையீரல்கள், ரத்தக் குழாய்கள், சிறுநீர்ப்பை போன்ற உறுப்புக்களிலுள்ள தசைகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. பொதுவாக இயங்கு தசைகள் எலும்புளோடு இணைக்கப்பட்டிரா.

முழங்கையை மடிப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். மேல் கையின் முன்புறத்தில் **இருதலைத் தசை** (biceps) என்ற ஒரு தசை இருக்கிறது. இத்தசையின் மேல்நுனிகள் தசை நாண்களினுல் தோள்பட்டை எலும்புடனும், கீழ் நுனி ஆர எலும்புடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இத்தசையின் பருத்த பாகம் மேற்கை எலும்பின் முன்பக்கமாக உள்ளது; ஆனுல்

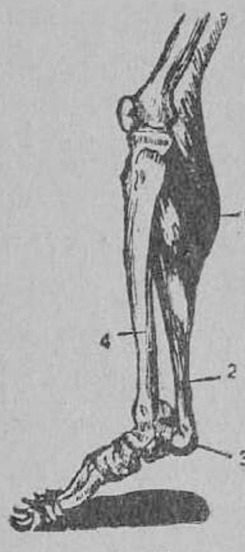
அதனோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. அதனால் இத்தசை சுருங்கும்பொழுது ஆர எலும்பும் முழங்கை எலும்பும் தோள் பட்டை எலும்பை நோக்கி மேலிழுக்கப் படுகின்றன; கை மடிக்கப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் மேற்கை எலும்பின் பின்புறமுள்ள முத்தலைத் தசை (triceps) என்ற மற்றொரு தசை விரிகிறது. கையை நீட்டும்போது இருதலைத் தசை விரிகிறது; முத்தலைத் தசை சுருங்குகிறது. இவ்விதம் இயக்கு தசைகள் மூட்டுகளில் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு எலும்புகளுக்கு இடையில் அசையாமலிருக்கின்ற ஓர் எலும்புடன் ஒரு நுனியும் அசையக் கூடிய எலும்புடன் மற்றொரு நுனியும், சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனவே, ஒரு எலும்பை அசைப்பதற்கு இரண்டு தசைகள் அமைந்திருக்கவேண்டும். ஒரு தசை, எலும்பை (நீட்டும்; மற்றொன்று மடக்கும். இவை முறையே நீட்டு தசை (extensor), மடக்கு தசை (flexor) என்று பெயர் பெறும்.



படம் 43. மேற்கைத் தசைகள்
1. இருதலைத் தசை
2. முத்தலைத் தசை
3. தோள்பட்டை எலும்பு
4. முழங்கை எலும்பு

கெண்டைக்கால் தசை (calf muscle): இது உடலிலுள்ள பெரிய தசைகளில் (படம் 44.) ஒன்று. இத்தசையின் ஒரு சிறு பகுதி தொடை எலும்பின் கீழ்முனையில் ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் முக்கியமான பெரும்பாகம் கீழ்க்காலிலுள்ள எலும்புகளின் மேல்பாகத்தில்தான் தொடங்குகிறது. இத்தசை மூன்று பிரிவுகள் சேர்ந்து ஏற்பட்டது. இது உறுதியான நீண்ட தசைநாண்களால் (அசில்லிஸ் தசை நாண்) குதிக்கால் எலும்போடு கட்டப்பட்டுள்ளது. நிமிர்ந்து நிற்பதற்கும், நடப்பதற்கும், ஓடுவதற்கும் இத்தசை உதவுகிறது.

சுருக்கு தசைகள் (sphincter muscles): இவை உடலில் சில உறுப்புக்களிலிருந்து வெளிச் செல்லும் துவாரங்களைச் சுற்றி அமைந்திருக்கின்றன. இரைப்பையிலிருந்து சிறு குடலுக்குச் செல்லும் இடத்திலுள்ள துவாரமாகிய குடல் வாயில், சுருக்கு தசைகள் அமைந்துள்ளன. இவை குடல் வாயைத் திறக்கும்படி செய்து, ஜீரணமடைந்த உணவுப் பொருள்களைச் சிறுலுக்கு அனுப்பும். மற்ற சமயங்களில், குடல் வாயை மூடியிருக்கும்படி செய்யும். சிறு குடலும் பெருங்குடலும் சேருமிடத்திலும் இவ்வகைத் தசைகள் காணப்படுகின்றன. சிறு குடலில், குடல் உறிஞ்சிகள் சத்துப் பொருள்களைக் கிரகித்த பிறகு எஞ்சிய கழிவுப்பொருள்கள் பெருங்குடலை அடையும்படி இத்தசைகள் திறக்கின்றன. பெருங் குடலின் கடைப் பகுதியான மலக் குடலிலும் சுருக்கு தசைகள் பொருந்தியுள்ளன. இத் தசைகள் மலத்தை வெளியகற்ற உதவுகின்றன. மற்ற நேரங்களில் மலக்குடலின் வாயை இவை மூடி விடும்.



படம் 44.
கெண்டைக் கால் தசையின் அமைப்பு
1. கெண்டைக் கால் தசை, 2. அசில்லிஸ் தசை நாண், 3. குதி கால் எலும்பு, 4. கீழ்க் கால் வெளியெலும்பு

சிறுநீர்ப்பையோடு சிறுநீர்ப் புறவழி என்ற குழல் பொருந்தியிருக்கும் இடத்தில், சுருக்கு தசைகள் உள்ளன. இத்தசைகள் இழுக்கப்பட்டுச் சுருங்கி இருக்குமாதலால் சிறுநீர்ப்பையின் வாய் அடைபட்டிருக்கும். சிறுநீர்ப்பை சிறுநீரால் நிரப்பப்பட்டவுடன் அதன் வாயிலில் இருக்கும் சுருக்கு தசைகள் தளர்ந்து சிறுநீரைப் புறவழி மூலம் வெளியே அனுப்பி, சிறுநீர்ப் பையைக் காலியாக்குகின்றன.

இதயத்தசைகள் (cardiac muscles): இவை இயங்கு தசைகளைச் சேர்ந்தவை. இதயம் இயங்குவது இத்தசைகளாலேயே. இதயத்தின் வேலை தடைப்படுமானால் ஏற்படுவது

மரணமே. ஆதலால் இத்தசைகள் மிகவும் இன்றியமையாதன. இத்தசைகளினுல்தான் இதயம் மாறி மாறிச் சுருங்கி விரிகிறது; ரத்தக் குழாய்களின் வழியே ரத்தம் வெகுதூரம் செல்ல வேண்டியிருப்பதால் இத்தசைகள் சக்தியுள்ளவைகளாக அமைந்துள்ளன. இதயத்தில் பொருந்திய இத்தசைகளின் தசை நார்கள் அடுக்கடுக்காகவும் ஒவ்வொரு தசை நாரிலிருந்து ஒன்றிரண்டு கிளைகள் பிரிந்தும், பல கிளைகள் வலைபோல் பின்னிக்கொண்டும் காணப்படுகின்றன. இத்தசை நார்களுக்கிடையில் ரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளும் அமைந்துள்ளன.

பிற தசைகள்: மேற் கூறப்பட்ட சில பிரத்தியேகமான தசைகளைத் தவிர, தலை, கழுத்து முதலிய பாகங்களிலும் தசைகள் அமைந்துள்ளன. இவ்விடங்களில் இயக்கு தசைகள், இயங்கு தசைகள் என்ற இரு வகைத் தசைகளும் உள்ளன. இத்தசைகளே, தலையைத் திருப்பவும், கீழ்த் தாடையை அசைத்து உணவைப் பற்களால் மெல்லவும், ஏற்படும் உணர்ச்சிகளை முகத்தில் தோற்றுவிக்கவும் உதவியாகின்றன. கண் இமைகளை மூடித்திறப்பதற்கு உதவும் தசைகள் இயக்கு தசைகளே.

தசைகள் நரம்பு மண்டலத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பு உடையன. நரம்புகளின் மூலம் மூளையிலிருந்து உத்தரவு கிடைத்த பிறகுதான் தசைகள் சுருங்கி விரியும். உடலில் நடைபெறும் அசைவுகளுக்கெல்லாம் தசைகளே காரணம். ஆதலால் தசைகள் தமது வேலைகளைச் சரிவரச் செய்ய வேண்டுமாகுல், அவைகளை உபயோகத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஆனுல் அவை ஓய்வில்லாமல் உழைக்குமாகுல் சோர்வடையும். அவ்வப்போது அவைகளுக்கு ஓய்வு கொடுக்க வேண்டும். தசைகள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டும் சக்தியை அடைய நாம் புஷ்டியான உணவை உட்கொள்ள வேண்டும்.

கேள்விகள்

1. தசை என்பது யாது? அதன் இயல்பு என்ன?
2. தசைகள் எத்தனை வகைப்படும்? ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு உதாரணங்கள் தருக.

3. இயக்கு தசைகளுக்கும் இயங்கு தசைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

4. தசைகள் எலும்புகளை எப்படி அசைக்கின்றன?

5. தசைகளினால் ஏற்படும் பயன்கள் யாவை?

6. தசை நாண்கள் என்றால் என்ன? அவை எவ்வாறு உதவி புரிகின்றன?

7. இதயத் துடிப்பு, உணவை மெல்லுதல், கையைத் தூக்குதல், சுவாசித்தல்.—இவற்றில் எவ்விதத் தசைகள் வேலை செய்கின்றன?

8. இதயத் தசைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.

9. சுருக்கு தசைகள் என்பவை யாவை? அவை உடலில் எங்கெங்குக் காணப்படுகின்றன?

10. இருதலைத் தசை வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கிக் கூறுக.

11. கெண்டைக்கால் தசையின் வேலைகள் என்ன?

12. தசைகளைப் பாதுகாப்பதன் அவசியம் என்ன?

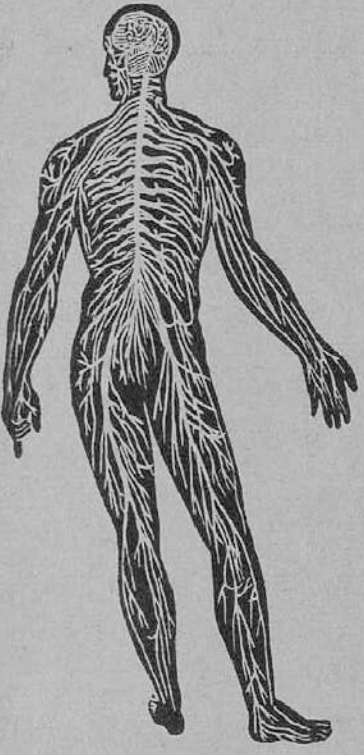
7. நரம்பு மண்டலம்

[மனித உடலின் நரம்பு மண்டலம்—மூளை (பெருமூளை, சிறுமூளை, முகுளம்)—தண்டுவடம்—நரம்புகள்—இவற்றின் வேலை. நரம்புச் சோர்வு—இச்சைச் செயல்—அனிச்சைச் செயல்.]

நம்மைச் சுற்றியுள்ள பரந்த உலகில் நடக்கும் விஷயங்களை நாம் நமது ஐம்புலன்களால் தெரிந்து கொள்கிறோம். கண்கள் பார்வை உணர்ச்சியையும், காதுகள் ஒலி உணர்ச்சியையும், நாக்கு சுவை உணர்ச்சியையும், தோல் தொடு உணர்ச்சியையும், மூக்கு வாசனை உணர்ச்சியையும் தெரிவிக்கின்றன.

நமது உடலில் அநேக உறுப்புக்களிருக்கின்றன. அதனதன் வேலைகளுக்குத் தக்கவாறு உறுப்புக்களைப் பிரித்தால் மனித உடலில், ரத்த ஓட்ட மண்டலம், ஜீரண மண்டலம், மூச்சு மண்டலம், தசை மண்டலம் என்ற சில பிரிவுகள் ஏற்படுகின்றன. இவைகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் தனித்தனியான வேலை உண்டு. ஒவ்வொன்றும் தன் வேலையைச் சரியாய்ச் செய்யும் பொருட்டும் தேகநலனுக்கு ஒற்றுமையாக உழைக்கும்படியும் இவை ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விதம் இணைக்கும்

வேலையைச் செய்வது நரம்பு மண்டலம் (nervous system) ஆகும். இது உடலை அந்தந்தத் தூண்டலுக்குத் (stimulus) தக்கவாறு பிரதிவினை (response) புரியும்படிச் செய்கிறது. நரம்பு மண்டலம் நம் உடலில் உள்ள எல்லாப் பாகங்களையும் அடக்கி ஆளுகிறது என்றே கூறலாம்.



படம் 45.
மனித நரம்பு மண்டலம்

நரம்பு மண்டலம் உடலின் எல்லா பாகங்களோடும் நரம்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நரம்புகள் பல கிளைகளாகப் பிரிந்து, தசைகள், தோல், ஐம்புலன்கள் முதலிய உறுப்புக்களுக்குச் சென்று உடலின் உள்ளும் புறமும் நிகழ்கின்ற செயல்களை இந்நரம்பு மண்டலத்தின் மையப் பகுதிகளுக்கு அறிவிக்கின்றன. மேலும் இவை நரம்பு மண்டலத்தின் மையப் பகுதிகளிலிருந்து உடலின் உறுப்புக்களுக்குச் செய்திகளை எடுத்துச் செல்கின்றன.

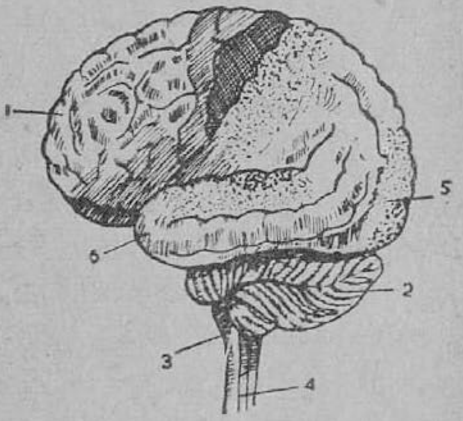
நரம்பு மண்டலம் இரு பெரும் பிரிவுகளைக் கொண்டது. அவை: (1) மத்திய நரம்பு மண்டலம் (cerebro-spinal nervous system), (2) பரிவு நரம்பு மண்டலம் (sympathetic nervous system).

மத்திய நரம்பு மண்டலம்: (1) மூளை, (2) தண்டுவடம், (3) நரம்புகள் என்ற மூன்று பாகங்களையுடையது மத்திய நரம்பு மண்டலம். ஒவ்வொன்றின் அமைப்பையும் அதன் வேலையையும் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

மூளை (brain): இது நரம்பு மண்டலத்தின் முக்கிய பாகம். இது வெகு நுட்பமான உறுப்பு. ஆகையால் உறுதியான தகட்டு எலும்புகளால் அமையப் பெற்ற கபாலப் பெட்டிக்குள் இது அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மூளையில் மூன்று பாகங்களிருக்

கின்றன. அவை : (1) பெருமூளை (cerebrum), (2) சிறுமூளை (cerebellum), (3) முகுளம் (medulla oblongata).

பெருமூளை : இது மற்றப் பாகங்களைக் காட்டிலும் பெரிது. இது உச்சியில் இரண்டு பாகங்களாக பிளவுபட்டு மேற்பரப்பில் அநேக மடிப்புகளுடன் கூடியது. இதன் உட்புறத்தில் நரம்புக் கூட்டங்களிருப்பதால் இது வெண்மையாயும், மேற்பரப்பில் நரம்பு செல்கள் கூடியிருப்பதால் சாம்பல் நிறமாயுமிருக்கும். நமது அறிவு, ஆலோசித்தல், ஞாபக சக்தி, உணர்ச்சி, வெளிப் பொருள்களைப் பற்றிய அறிவு முதலியவற்றின் இருப்பிடம் பெருமூளையே. இயக்கு தசைகளை அடக்கி ஆளும் உறுப்பும் இதுவே. ஐம்பொறிகளால் உண்டாகும் உணர்ச்சிகளெல்லாம் இதனுலேயே கிரகிக்கப் படுகின்றன. இது பல பிரதேசங்களாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு பிரதேசமும் ஒரு தனிப்பட்ட வேலையை மேற்பார்க்கிறது.



படம் 46. மூளையின் பாகங்கள்
1. பெருமூளை, 2. சிறு மூளை
3. முகுளம்
4. தண்டு வடம்
5. பெரு மூளையில் பார்வையுணர்ச்சி இடம்
6. ஒலி உணர்ச்சி இடம்

ஏதாவது ஒரு பிரதேசத்திற்குக் கெடுதி நேரிட்டால் அதன் பொறுப்பிலுள்ள செயல் நடைபெருது. உதாரணமாக, மூளையின் பின்பக்கத்தில் அமைந்துள்ள பார்வைக்குப் பொறுப்பான பாகம் கெடுதியடைந்தால் மனிதன் பார்வையை இழந்து குருடனுகிறுன்.

பெருமூளை இரண்டு பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று கூறினேமல்லவா? இவ்வமைப்பு மிகவும் விசித்திரமானது. ஏனெனில் நமது உடலின் வலப்புறம் நடக்கும் இயக்கத்துக்குப் பொறுப்பான பாகம் மூளையில் இடப்புறத்திலும்,

இடப்புற இயக்கத்திற்குப் பொறுப்பான பாகம் மூளையில் வலப் புறத்திலும் அமைந்திருக்கின்றன.

சிறு மூளை : இது பெரு மூளைக்குச் சற்றுக் கீழேயும் பின் புறமாயுமிருக்கிறது. இது பெருமூளைக்கு இணங்க வேலை செய் கிறது. தவிரவும், இதன் உதவியால்தான் பல விதத் தசை அசைவுகள் சரியானபடி சரியான காலத்தில் நடைபெறுகின்றன. நாம் ஒரு வேலை செய்யும்போது அநேக தசைகள் ஒன்ருே டொன்று ஒத்துழைத்து வேலை செய்கின்றன. இத்தசைகளை யெல்லாம் ஒன்று கூட்டி வேலைகளைச் செய்விப்பது சிறுமூளையின் பொறுப்பாகும். எனவே, தசைகளுடைய செய்கைகளை ஒரு முகப்படுத்துதல் சிறு மூளையின் முக்கிய அலுவல். ஒழுங்காக நிற்பது, நடப்பது, ஓடுவது இவை யெல்லாம் நடைபெறுவது சிறு மூளையின் உதவியினுல்தான். ஏதாவது ஒரு தசை ஒத் துழையாவிட்டால் அந்த வேலை சரிவர நடவாது. ஆதலால் ஒத் துழைப்புக்குக் காரணமாயிருக்கும் சிறு மூளைக்குச் சிறிது கெடுதி நேரிட்டாலும் நாம் ஒழுங்காய் நடக்க முடியாமல் தள் ளாடி நடக்க நேரிடும். புதிதாக ஒரு வேலையைச் செய்யும் பொழுது தடுமாற்றம் ஏற்படுகிறது. அதே வேலையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்தால் பழக்கம் ஏற்பட்டு அந்த வேலையை நன்ரு கச் செய்கிருேம். இந்தப் பழக்கம் சிறு மூளையில்தான் பதிகிறது. சாராயம், கள் முதலிய போதை தரும் பானத்தைக் குடிப்பதனுல் சிறுமூளை பாதிக்கப்படுகிறது. அதனுல்தான் குடிகாரன் நடக்கும்பொழுது தள்ளாடிக்கொண்டு செல்கிருன்.

முகுளம் : முதுகுத் தண்டின் உச்சியில் தலையின் பின் புறத்தில் அமைந்துள்ள பாகம் இது. இது சிறு உருளை வடிவ மானது. தண்டுவடத்தின் மேல்பாகத்தை மூளையோடு இணைக் கும் பாகம் இதுவே. மூளையிலிருந்து செல்லும் உத்தரவுகள் எல்லாம் இதன் வழியாகத்தான் செல்லுகின்றன. உடலில் தலைக்குக் கீழுள்ள பாகங்களிலிருந்து தண்டு வடத்தின் மூலம் வரும் உணர்ச்சிகளெல்லாம் இதன் வழியாகத்தான் மூளைக்கு எட்டுகின்றன. நமது உடலின் முக்கிய உறுப்புக்களாகிய நுரை யீரல்கள், இதயம், ஜீரண உறுப்புக்கள் இவை யெல்லாம் முகு

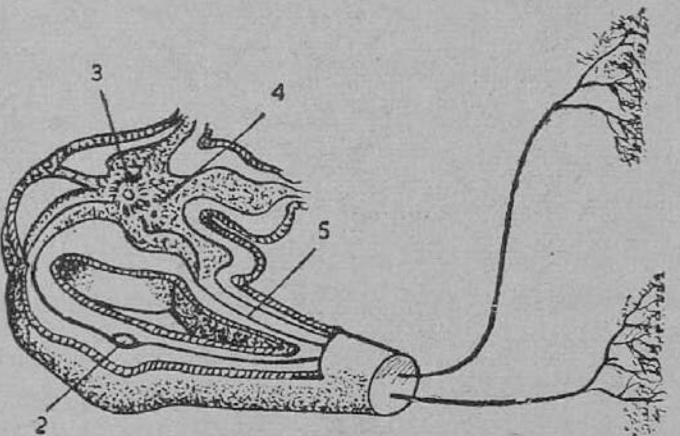
ளத்தின் ஆளுகையில் உள்ளன. சுவாசித்தல், இதயத் துடிப்பு, விழுங்குதல் முதலிய முக்கியமான காரியங்களை, ஒழுங்கு படுத்தியும், கட்டுப்படுத்தியும் இது கவனித்து வருகிறது. இதற்குக் கெடுதி ஏற்பட்டால் மூச்சு நின்றுவிட நேரிடும்; உயிருக்கே ஆபத்து நேரிடக்கூடும். ஆதலால் இப்பாகத்தை மூளையின் மர்ம ஸ்தானம் என்று சொல்லுகிறார்கள்.

தண்டு வடம் (spinal cord): இது முகுளத்தில் ஆரம்பித்துக் கீழ்நோக்கிச் செல்வதாலும் மூளையிலிருந்து வரும் கயிறு போன்ற பாகமாயிருத்தலாலும் இதை மூளையின் வால் எனலாம். இது முதுகுத் தண்டின் நடுவே உள்ள கால்வாய் போன்ற முதுகெலும்புக் குழாயின் வழியாகச் செல்கிறது; முதுகுத் தண்டிலுள்ள முள்ளெலும்புகளால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. இத் தண்டு வடம் 18 அங்குல நீளமுள்ளது. தண்டு வடத்தின் மூலம் தான் தலையின் கீழ்ப்புறமுள்ள உறுப்புக்களின் பாகங்களில் ஏற்படும் உணர்ச்சிகள் மூளைக்குச் செல்கின்றன. மூளையிலிருந்து வரும் உத்தரவுகளும் அவை போக வேண்டிய இடங்களாகிய தசைகளுக்குத் தண்டு வடத்தின் மூலம்தான் பரவுகின்றன. இவ்விதம் தண்டு வடம் செய்யும் வேலைக்கு உதவி புரிபவை தண்டு வடத்திலிருந்து இரண்டிரண்டாகப் பிரிந்து செல்லும் **தண்டு நரம்புகளே** (spinal nerves).

தண்டு வடத்தில் முறிவு ஏற்படுமானால் அம் முறிவுக்குக் கீழே ஏற்படும் வலியை ஒருவன் உணரமுடியாது; காலை அசைக்க முடியாது. சில சமயங்களில், தண்டு வடம், மூளையின் உத்தரவில்லாமல் தானாகவே தசைகளுக்குப் பிரதி வினை செய்ய உத்தரவிடுகிறது. ஏதாவது உணர்ச்சிச் செய்தி கிடைக்கும் போது அதை மூளைக்கு எட்டவிடாமல் தானாகவே அதற்கு வேண்டிய முடிவுகளைச் செய்து கொள்கிறது. முக்கிய மில்லாத காரியங்களில் மட்டும் தண்டு வடம் இவ்வாறு தன் தாற்காலிக அதிகாரத்தை அமுல் நடத்துகிறது. இச்செயலுக்கு **அனிச்சைச் செயல்** என்று பெயர்.

இச்சைச் செயலும் அனிச்சைச் செயலும்: பெருமூளை ஈடுபடுவதனால் நிகழும் செயல்கள் **இச்சைச் செயல்கள்** (voluntary

actions): பெருமூளையின் தலையீடில்லாமல் நடக்கும் செயல்கள் **அனிச்சைச் செயல்களாகும்** (reflex actions). ஒருவன் நம்மை அடிப்பதற்குக் கையை ஓங்கினால் கண்ணிமைகள் உடனே மூடிக் கொள்கின்றன. நாம் கண்ணை மூடவேண்டும் என்று நினைப்பது கூடக் கிடையாது. இச்செயல் பெருமூளைக்குத் தெரியாமலே நடைபெறுகிறது. நாம் தூங்கும்போது நம்



படம் 47. அனிச்சைச் செயல் நடைபெறும் விதம்
2. தோலிலிருந்து வரும் நரம்பு,
3, 4. நரம்பு ஸெல்கள் இணையுமிடம்
5. தசைக்குச் செல்லும் நரம்பு

உள்ளங்காலை யாராவது சொறிந்தால் காலை உதறுகிறோம். கால் தானே மேலிழுத்துக் கொள்கிறது. உள்ளங் காலிலிருந்து உணர்ச்சி, தண்டு வடத்திற்குச் செல்கிறது. அங்கிருந்தே கால் தசைகளுக்கு அசைவதற்கு உத்தரவு பிறப்பிக்கப்படுகிறது. தண்டு வடத்தில் சில நரம்பு ஸெல்களின் மையப் பகுதிகள் இருக்கின்றன. இந்த இடங்களிலிருந்தே பிரதிவினைக்கு உத்தரவு பிறப்பிக்கப்படுகிறது. இவ்விதச் செயல்கள் நம் இச்சையின்றித் தாமே நடைபெறுகின்றன.

மின்னல் தோன்றும்போது தாமாகவே கண்கள் மூடிக்கொள்வதும், ஒரு சூடான பொருள் கையில் படும்பொழுது கை தானாகவே இழுக்கப்படுவதும் அனிச்சைச் செயலால் நிகழும் இயக்கங்களே.

ஒரு பையன் வண்டியில் அடிபட்டதை நீ பார்த்ததும் உன் கண்கள் இந்தச் செய்தியை உடனே மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. மூளை உடலிலுள்ள தசைகளுக்குக் கட்டளை பிறப்பிக்கிறது. நீ ஓடிச் சென்று அந்தப் பையனுக்கு உதவி அளிக்க முயற்சிக்கிறாய். இவ்விதம் மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்பட்டு, மூளை பிறப்பிக்கும் கட்டளைகளின்படி நடக்கும் செயல்கள், இச்சைச் செயல்கள் (voluntary actions) எனப்படும். முதலில் மனத்தில் எண்ணி, பிறகு செய்யப்படும் காரியங்களாகிய நடத்தல், சைக்கிளில் போதல், நீரில் நீந்துதல் முதலியவை இச்சைச் செயல்களே.

நெருக்கடியான சமயங்களில் அனிச்சைச் செயல்களே பெரும்பாலும் நிகழும். ஏனெனில் மூளைக்குத் தெரிவித்து மூளையின் உத்தரவை எதிர் பார்ப்பதென்றால் நேரமாகும். மேலும் மூளைக்கு அதிக வேலை ஏற்படும். அனிச்சைச் செயல்கள் துரிதமாக நடைபெறுமாதலால் விபத்துக்கள் நேரிடாதபடி தடுத்துக் கொள்ள முடியும்.

தண்டு வடத்தின் வேலைகள் : (1) உடலின் பல பகுதிகளிலிருந்து வரும் உணர்ச்சிகளை மூளைக்கனுப்புவது, (2) மூளையிடும் கட்டளைகளை உடலின் பலபாகங்களுக்கு அனுப்புவது, (3) நெருக்கடியான வேளைகளில் மூளையைக் கலக்காமல் தானாகவே கட்டளையிட்டு அனிச்சைச் செயல் விளைவிப்பது, ஆகிய இம் மூன்றுமே தண்டு வடத்தின் வேலைகளாம்.

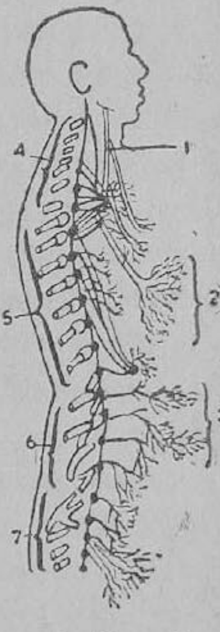
நரம்புகள் (nerves) : மூளையும் நரம்புகளும் நரம்பு ஸெல்களால் ஆகியுள்ளன. இந்த ஸெல்களின் மையப் பகுதிகள் பெரும்பாலும் மூளையிலும், சில மையங்கள் தண்டுவடத்திலும் அமைந்துள்ளன. இந்த ஸெல்களின் நீண்ட கிளைகளே நரம்புகளாம். இவை வெண்மையான கம்பி அல்லது கயிறு போன்ற பாகங்கள். இவை உடலில் அநேகமாய் எல்லாப் பாகங்களிலும் காணப்படுகின்றன. நரம்புகள் மூலம் உணர்ச்சிகள் மூளையை அடைகின்றன. மூளை, தண்டு வடம் இவற்றிலிருந்து கிளம்பும் கட்டளைகளும் நரம்பு மூலம்தான் தசைகளுக்குச் செல்கின்றன. என்றாலும் ஒரே நரம்பு இவ்விரு வேலைகளையும் செய்ய இயலாது. உணர்ச்சிகளை எடுத்துச் செல்ல அல்லது மூளைக்குத் தெரிவிக்கத்

தனி நரம்புகளும், மூளையிடும் உத்தரவுகளைத் தாங்கிச் செல்ல வேறு தனிப்பட்ட நரம்புகளும் உடலில் உள்ளன. ஆகவே நரம்புகள் இரு வகைப்படும். அவை, **உணர்ச்சி நரம்புகள்** (sensory nerves), **செய்கை நரம்புகள்** (motor nerves) எனப் படும். உணர்ச்சி நரம்புகளுக்கே **உட்செல் நரம்புகள்** (afferent nerves) என்றும் பெயர். மூளை அல்லது தண்டு வடத்திலிருந்து பிறக்கும் கட்டளைகளைத் தசைகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் செய்கை நரம்புகள் **வெளிச்செல் நரம்புகள்** (efferent nerves) எனப்படும். இந் நரம்புகளெல்லாம் பல நரம்பு இழைகளாலானவை (nerve fibres). நரம்பு செல்களினுடைய நீண்ட பகுதிகளே இவை.

மூளையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கும் நரம்புகள் **மண்டை நரம்புகள்** (cranial nerves) என்று பெயர் பெறும். மொத்தம் பன்னிரண்டு ஜதை மண்டை நரம்புகள் உள்ளன. இவற்றுள் சில, செய்கை நரம்புகளாகும். வேறு சில, உணர்ச்சி நரம்புகளாகும். வாசனை உணர்ச்சியைத் தெரிவிப்பவை வாசனை நரம்புகள் (olfactory nerves) எனப்படும். பார்வை உணர்ச்சியை மூளைக்கு அறிவிப்பவைகளுக்குப் பார்வை நரம்புகள் (optic nerves) என்று பெயர். செவிகளால் கிடைக்கும் உணர்ச்சியை அறிவிப்பவை **செவி நரம்புகள்** (auditory nerves). மண்டை நரம்புகளிலுள்ள செய்கை நரம்புகளில் சில, தாடைகளுடன் சேர்ந்த தசைகளை இயக்குபவை. சில, முகத் தசை கழுத்துத் தசைகளை இயக்குபவை. இதயம், நுரையீரல்கள், இரைப்பை இவைகளை இயங்கச் செய்கிற **வேகஸ்** அல்லது **சஞ்சாரி நரம்புகள்** (vagus nerves) என்ற நரம்புகள் மிகவும் முக்கியமானவை. இந்த நரம்புகள் முகுளத்திலிருந்து தொடங்கி இதயம், இரைப்பை முதலிய உறுப்புக்களுடன் இணைகின்றன. இந்த உறுப்புக்கள் தாமே வேலை செய்கின்றன என்றாலும், முகுளத்தினால் தூண்டப்பட்டே வேலை செய்கின்றன. முகுளத்திற்குத் தீங்கு ஏற்பட்டால் இவ்வுறுப்புக்கள் உடனே தம் வேலையை நிறுத்திவிடுவதால், மரணம் ஏற்படுகிறது.

முதுகுத் தண்டு நரம்புகள் (spinal nerves): முதுகுத்

தண்டிலுள்ள தண்டு வடத்திலிருந்து கிளம்பி இவை உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் செல்கின்றன. நமது உடலில் 31 ஜதை முதுகுத் தண்டு நரம்புகள் இருக்கின்றன. ஒரு ஜதையிலுள்ள ஒரு நரம்பு உடலின் இடது பக்கத்திற்கும் மற்றொன்று உடலின் வலது பக்கத்திற்கும் செல்கிறது. இந்நரம்புகள் பல நரம்பு இழைகளின் தொகுதியாகையால் ஒவ்வொரு நரம்பிலும் உணர்ச்சி நரம்பு இழைகளும், செய்கை நரம்பு இழைகளும் அமைந்துள்ளன. இவை கணக்கற்ற கிளைகளாகப் பிரிந்து, தோலுக்கும் தசைகளுக்கும் செல்கின்றன. செய்கை நரம்பு நுனிகளெல்லாம், தசை நார் இழைகளில் சென்று முடிகின்றன. உணர்ச்சி நரம்பு நுனிகள், தோலின் கீழ் வந்து முடிகின்றன.



படம் 48. பரிவு நரம்பு மண்டலம் 1. சஞ்சாரி நரம்பு 2. நாபி வலை 3. இடுப்பு நரம்பு வலை 4. கழுத்து நரம்புகள் 5. மார்பு நரம்புகள் 6. விலா நரம்புகள் 7. திரிக நரம்புகள்

பரிவு நரம்பு மண்டலம்: மேலே கூறப்பட்ட நரம்புகளைத் தவிர, மற்றொரு வகையான நரம்புகளும் இருக்கின்றன. முதுகெலும்புக்கு முன்புறத்தில் இரு பக்கங்களிலும் வரிசையாகச் சில நரம்பு முடிச்சுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவை **நரம்பணுத் திரள்கள்** (ganglia) ஆகும். இவை ஒன்றோடொன்று நரம்புகளால் சேர்க்கப்பட்டிருப்பதுடன் இவற்றிலிருந்து மார்பு அறை வயிற்றறைகளிலுள்ள இதயம், நுரையீரல், இரைப்பை முதலிய உறுப்புக்களுக்கு நரம்புகள் செல்லுகின்றன. தண்டுவட நரம்புகளிலிருந்து வரும் கிளை நரம்புகளும் இந்த நரம்பணுத் திரள்களுடன் இணைந்திருக்கின்றன. இந்த நரம்பணுத் திரள்களுக்கும் இவற்றின் கிளைகளுக்கும் **பரிவு நரம்பு மண்டலம்** (sympathetic nervous system) என்று பெயர்.

பரிவு நரம்புகள், பெருமூளை தண்டுவட நரம்புகளைப்போல்

வெண்மை நிறமா யிருக்கமாட்டா; சாம்பல் நிறமாயிருக்கும். பரிவு நரம்புகள் சில சந்தர்ப்பங்களில்தான் இயங்குகின்றன. கோபம், பயம், மிக்க மகிழ்ச்சி முதலிய உணர்ச்சிகள் ஏற்படும் பொழுது நம் உடம்பில் சில மாறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன. இந்த மாறுபாடுகளை (அல்லது மெய்பாடுகளை) செய்யத் தூண்டுவன பரிவு நரம்புகளே. உணர்ச்சி மிகுந்திருக்கும் பொழுது இவை இதயத்தை வேகமாகத் துடிக்கச் செய்கின்றன. உடலின் சிற்சில பகுதிகளுக்கு அதிகமான ரத்த ஓட்டம் ஏற்படச் செய்கின்றன. உதாரணமாக, முகம் சிவக்கும்படி அதிக ரத்தம் முகத்திற்கு வரலாம்; அல்லது பயத்தினால் முகம் வெளுக்குமாறு, முகத்திற்கு வரும் ரத்த ஓட்டம் குறைந்து விடலாம். தாற்காலிகமாக ஜீரணம் நின்று விடலாம். இம்மாதிரியான மாறுதல்கள் நமக்குத் தெரியாமலேயே, அதாவது நமது இச்சா சக்தி இல்லாமலேயே, நடைபெறுகின்றன. உடலுறுப்புக்களில் இத்தகைய மாறுதல்கள் நிகழும்படி பரிவு நரம்புகள் தூண்டுகின்றன.

முகுளத்திலிருந்து கீழ் நோக்கி வரும் சஞ்சாரி நரம்புகள் இந்தப் பரிவு நரம்புகளுடன் இணைகின்றன. பரிவு நரம்புகள் சிற்சில இடங்களில் வலைபோல் பின்னிக் கொண்டுள்ளன. இவற்றிற்கு இதய நரம்பு வலை, நுரையீரல் நரம்பு வலை, நாபி நரம்பு வலை முதலிய பெயர்கள் உண்டு. இதய நரம்பு வலையும், நுரையீரல் நரம்பு வலையும் இதயத்தையும் நுரையீரலையும் தூண்டுகின்றன. நாபி நரம்பு வலை ரத்தக் குழாய்களுடனும் இரைப்பை முதலிய ஜீரண உறுப்புக்களுடனும் இணைந்து அவற்றைத் தூண்டும். சிறு நீரகங்களின்மீது **அட்ரீனல் சுரப்பிகள்** (adrenal glands) இருக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து சுரக்கும் ஒரு நீர் ரத்தத்துடன் சேர்ந்தால் உடம்பு அபாய காலத்தில் தன்னைக் காத்துக் கொள்ளக் கூடிய நிலையை அடையும். இந்த நிலையை அடையச் செய்வதற்குப் பரிவு நரம்புகளும் உதவுகின்றன.

சோர்வு (fatigue): சோர்வை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். **தசைச் சோர்வு** என்பது, தசைகள் அளவு மீறி உழைப்பதனால் ஏற்படுவது. தசைகள் இவ்வாறு உழைப்பதால், கழி

வுப் பொருள்கள் அதிகமாக உண்டாகி, அவ்வப்பொழுது வெளியேற்றப்படாமல் தசையில் தங்கிவிடும். தசைகளுக்கு ஓய்வு கொடுத்தால், கழிவுப் பொருள்கள் நீக்கப்பட்டுச் சோர்வு நீங்கும். இதேபோல் மூளைக்கு இடைவிடாது வேலையிருந்தால், அதில் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்கள் அங்கேயே தங்கி மூளைக்குச் சோர்வு தரும். இதை **மூளைச் சோர்வு** (brain fatigue) என்று கூறலாம்.

மூளைச் சோர்வைப் போக்குவதற்கு, மூளைக்கு ஓய்வு தர வேண்டும். ஆலோசித்துச் செய்ய வேண்டிய வேலை ஏதும் செய்யக் கூடாது. மூளைக்கு ஓய்வு தரும்பொழுது, அதில் உண்டான கழிவுப் பொருள்கள் சிறிது சிறிதாக ரத்த ஓட்டத்தில் கலந்து கழிவு உறுப்புக்களுக்குப் போய்விடும்; இதனால் மூளைச் சோர்வு நீங்கிவிடும். சோர்வு அதிகமாயிருந்தால், உறக்கமே சிறந்த ஓய்வாகும். மூளைக்கு வேலையும் தசைகளுக்கு வேலையும் மாறி மாறி வருமாறு ஒரு நாளில் நாம் செய்ய வேண்டிய வேலைகளை அமைத்துக் கொள்வது நலம் தருவதாகும்.

கேள்விகள்

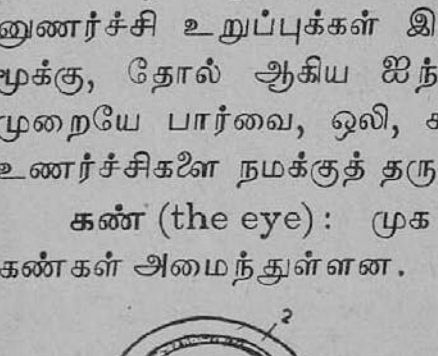
1. மூளையின் பாகங்கள் யாவை? அவற்றின் வேலைகள் என்ன?
2. மூளையின் அமைப்பைக் காட்ட ஒரு படம் வரைக.
3. முகுளம் ஏன் முக்கியமான உறுப்பாகிறது?
4. தண்டு வடத்தின் வேலைகள் என்ன?
5. இச்சைச் செயல், அனிச்சைச் செயல்—வேறுபாட்டினை விளக்குக.
6. இருவகை நரம்புகள் யாவை? அவற்றின் வேலைகள் என்ன?
7. பரிவு நரம்புகள் எங்கு அமைந்துள்ளன? அவற்றின் வேலைகள் என்ன?

8. ஐம்பொறிகள்

(கண், காது, நாக்கு, மூக்கு, தோல்.)

வெளியுலகுக்கு வாயில்கள்: நம் சூழ்நிலையில் உள்ள பொருள்களைப்பற்றிய அறிவு ஐந்து விதமான புலனுணர்ச்சிகளால் நமக்கு ஏற்படுகிறது. நம் உடம்பில் ஐந்து புலனுணர்ச்சி உறுப்புக்கள் இருக்கின்றன. கண், காது, நாக்கு, மூக்கு, தோல் ஆகிய ஐந்து **பொறிகளும்** (sense organs) முறையே பார்வை, ஒலி, சுவை, வாசனை, தொடுபுலன் ஆகிய உணர்ச்சிகளை நமக்குத் தருகின்றன.

கண் (the eye): முக எலும்பிலுள்ள இரண்டு குழிகளில் கண்கள் அமைந்துள்ளன. கிட்டத் தட்ட கோள வடிவமுடைய கண், ஒளியினால் பாதிக்கக்கூடிய விதத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. புருவமும் இமைகளும் கண்ணைப் பாதுகாக்கின்றன. விழிக்கோளத்தின் வெளியுறைக்கு **விழிவெளிப் படலம்** (sclerotic) என்று பெயர். முன்புற மையத்தில் இது ஒளிபுகக் கூடியதாயும், முன்புற ஓரங்களில் வெண்ணிறமாயும் அமைந்திருக்கும். இதற்கு **விழி வெண்படலம்** (cornea) என்று பெயர். விழி வெளிப் படலத்திற்கு அடுத்தாற்போல் உட்புறமாக **விழியடிக் கரும்படலம்** (choroid) என்ற மற்றொரு உறை இருக்கிறது.



படம் 49. கண்ணின் அமைப்பு
1. விழி வெண்படலம்,
2. விழி வெளிப்படலம்,
3. கிருஷ்ண படலம்
4. பாவை 5. முன் கண்
6. பார்வை நரம்பு
7. பின் கண்ரசம்
8. விழித்திரை

இதன் தொடர்ச்சியாக முன்புறத்திலுள்ளதுதான் **கிருஷ்ண படலம்** (iris) என்பது. இதில் ஒரு வட்டத்திறப்பு இருக்கிறது. இதற்குப் **பாவை** அல்லது **கண்மணி** (pupil) என்று பெயர். பொருள்களிலிருந்து வரும் ஒளி இதன் வழியாகத்தான்

விழியின் உள்ளே புகும். ஒளியின் அளவுக்குத் தகுந்தாற்போல் சிறிதளவு விரிந்து சுருங்கும் இயல்பு பாவைக்கு உண்டு. (பூனை இனப் பிராணிகளுக்கு இந்தச் சக்தி அதிகம்.)

கிருஷ்ண படலத்திற்குப் பின்புறம் **விழிலென்ஸ்** (crystalline lens) அமைந்துள்ளது. இந்த லென்ஸ், கண்ணாடி போன்ற ஒரு வகைத் தசையால் ஆகியது; ஒளிபுகக் கூடியது. விழி லென்ஸை **சிலியாத் தசைகள்** தாங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன.

விழிலென்ஸுக்கு முன்புறமுள்ள ஒரு சிறிய அறையில் **முன்-கண்-ரசம்** (aqueous humour) என்ற திரவமும், பின்புறமுள்ள பெரிய அறையில் **பின்-கண்-ரசம்** (vitreous humour) என்ற மற்றொரு திரவமும் அமைந்துள்ளன. இந்தத் திரவங்களின் வழியாகவும் ஒளி செல்லக் கூடும்.

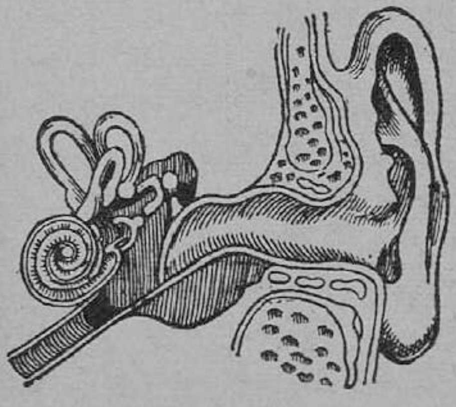
விழிக்கோளத்தின் உட்புறப் பின்பகுதியில் **விழித் திரை** (retina) அமைந்துள்ளது. இதில் மூளையிலிருந்து வரும் **பார்வை நரம்புகள்** (optic nerves) கணக்கற்ற கிளைகளாகப் பிரிந்து முடிகின்றன.

பார்வை ஏற்படும் விதம்: கண்ணுக்கு எதிரேயுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கிரணங்கள் விழி லென்ஸின் வழியே செல்லும் பொழுது ஒளி முறிவு அடைந்து, விழித்திரையில் சிறிய தலைகீழான பிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. பிம்பம் விழுமிடத்திலுள்ள பார்வை நரம்பு நுனிகள் ஒளியினால் பாதிக்கப்பட்டு, இந்த உணர்ச்சியைப் பார்வை நரம்புகளின் மூலமாக மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. மூளை, இந்த பிம்பத்துக்குக் காரணமான பொருளைப் பார்க்கிறது; பிம்பம் தலைகீழாக இருந்த போதிலும், மூளை பொருளை நேரான நிலையிலேயே உணர்ந்து கொள்கிறது.

தக அமைக்கும் சக்தி (power of accommodation): பொருள் கண்ணுக்கு முன் எவ்வளவு தூரத்தில் இருந்தாலும், அதனுடைய தெளிவான பிம்பம் விழித் திரையிலேயே விழுகிறது. கண்ணின் அமைப்பைப் பெரும்பாலும் ஒத்திருக்கும் போட்டோக் காமிராவில், திரையில் விழும் பிம்பத்தைத் தெளிவாக்குவதற்கு, திரையையோ, லென்ஸையோ முன்னும் பின்னும்

நகர்த்துகிறோம். ஆனால், கண்ணில் விழி லென்ஸுக்கும் விழித் திரைக்கும் இடை தூரத்தை மாற்ற முடியாது. எனினும் விழித் திரையில் தெளிவான பிம்பம் உண்டாகிறது. விழி லென்ஸின் குவியத் தூரம் தகுந்தபடி மாற்றப்படுவதே இதற்குக் காரணம். விழி லென்ஸைத் தாங்கும் சிலியாத் தசைகளின் செயலால், லென்ஸ் சற்றுத் தடிப்பாகவோ, மெலிவாகவோ மாறுவதால் அதன் குவியத்தூரம் மாறுகிறது. தூரப் பொருளைப் பார்க்கும் பொழுது விழி லென்ஸ் மெலிந்திருக்கும்; அருகிலுள்ள பொருளைப் பார்க்கும் பொழுது விழி லென்ஸ் தடிப்பாகும். இந்தச் சக்திக்குக் கண்ணின் **தக அமைக்கும் சக்தி** என்று பெயர். இந்தச் சக்தி வயதானவர்களுக்குக் குறைந்து விடுவதால், எட்டப் பார்வை ஏற்படுகிறது.

இமைகள் விழியின்மீது மேலும் கீழும் தாராளமாகச் சஞ்சரிப்பதற்கும், விழியில் விழும் தூசிகளை நீக்கவும் உதவியாகக் கண்ணீர் சுரக்கும் சுரப்பிகள் விழிக் கோளத்தின் அருகே அமைந்துள்ளன.



படம் 50.
செவியின் அமைப்பு

காது (the ear): ஒலி உணர்ச்சியைத் தெரிக்கும் செவியை மூன்று பாகங்களாகக் கருதலாம்: (1) புறச் செவி, (2) நடுச் செவி, (3) உட் செவி. **காது மடல்** (pinna), **காதுப் பாதை** (ear passage) ஆகிய இரண்டும் புறச் செவியைச் சார்ந்தவை. காது மடல் காற்றில் பரவும் ஒலி அலைகளைத் திரட்டி உட்புறம் செலுத்துகிறது. (மாடு, நாய் போன்ற பிராணிகளின் காது மடல் பெரியவை; ஒலி வரும் திசையை நோக்கித் திரும்பக்கூடியவை.)

காதுப் பாதையின் முடிவில் அதை அடைத்துக் கொண்டுள்ள **செவிப்பறை** (ear drum) என்ற தோலின்மீது ஒலி அலைகள் விழுந்து, அதை அதிரச் செய்கின்றன. காதுப்

பாதைக்குப் பின்புறம் மூன்று நுட்பமான எலும்புகள் ஒன்றோடொன்று சங்கிலி போல் இணைந்துள்ளன. இவை முறையே **சுத்தி** (hammer), **பட்டடை** (anvil), **அங்கவடி** (stirrup) என்று பெயர் பெறும். இந்த மூன்று எலும்புகளும் உள்ள பகுதிதான் நடுச் செவி. இப்பகுதியில் காற்று இருக்கிறது. இங்கிருந்து செல்லும் **நடுச் செவிக் குழல்** (eustachian tube) தொண்டையுடன் இணைகிறது. செவிப் பறையில் இரு புறங்களிலும் காற்றின் அழுத்தம் சமமாயிருப்பதற்கு இந்தக் குழாய் வழியே வெளிக் காற்று நடுச் செவிக்குச் செல்வதே காரணமாகும்.

அங்கவடி எலும்பின் முனை, உட்செவியிலுள்ள ஒரு துளையை அடைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. உட்செவி என்பது **காது நத்தை எலும்பு** (cochlea) என்ற ஒரு பை போன்ற அமைப்பு. இதனுள்ளே **செவி நிணநீர்** (endolymph) என்ற திரவம் இருக்கிறது. இதில், மூளையிலிருந்து வரும் ஒலி நரம்பு நுனிகள், மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. காது நத்தை யெலும்புக்கு மேல் மூன்று அரை வட்டக் குல்லியங்கள் இருக்கின்றன. உடம்பு சாயாமலிருக்கிறதா அல்லது சாய்ந்திருக்கிறதா என்ற சமநிலை உணர்ச்சியை இவை தெரிவிக்கின்றன.

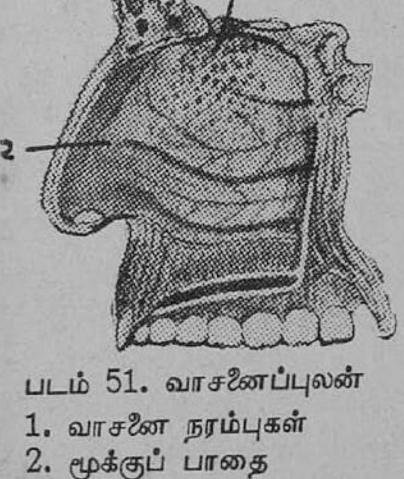
காற்றில் ஏற்படும் ஒலி அலைகள் செவிப்பறையில் படும் பொழுது செவிப்பறையும் அதிர்கின்றது. இதனுடன் மூன்று சிறு எலும்புகளும் அதிர்கின்றன. அங்கவடி எலும்பு உட்செவியினுள் ஒரு திறப்பை அடைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. உட் செவியில் உள்ள செவி நிணநீர், அங்கவடி எலும்பின் அதிர்வுகளைத் தானும் பெறுகிறது. செவி நிண நீரில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் ஒலி நரம்பு நுனிகள் பாதிக்கப்பட்டு, ஒலி நரம்புகள் மூலமாக மூளைக்குச் செய்தி அனுப்பப்படுகிறது. மூளை ஒலியின் தன்மையை அறிகிறது.

செவியின் பாதுகாப்பு: செவிப் பறை ஒரு முக்கியமான பகுதி. இது இழுத்துக் கட்டப்பட்ட ஒரு மெல்லிய தோல். இதற்குத் தீங்கு ஏற்படாமலிருக்க, காதுப்பாதை சிறிது வளைவாக அமைந்திருப்பதுடன், அங்கு ஒரு வகை மெழுகும்

(குறும்பி) சுரக்கிறது. காதினுள் நுழையும் சிறு பூச்சிகள் இதில் சிக்கிக் கொள்ளும். சில சமயம் இந்த மெழுகு அதிகமாக உற்பத்தியாகிக் காதை அடைப்பதுமுண்டு. அப்பொழுது இதை எடுப்பதற்குக் குச்சியால் குடையக் கூடாது. குச்சி செவிப் பறையைக் கிழித்துவிடலாம். தக்க வைத்தியரிடம் சென்று காதைச் சுத்தம் செய்து கொள்ளலாம்; அல்லது சிறிது வெந்நீரைக் காதில் ஊற்றினுல் அதிகமான மெழுகு வெளியேறி விடும்.

மூக்கும் நாக்கும்: வாசனை யுணர்ச்சியும் சுவை யுணர்ச்சியும் நாம் உணவு புசித்தலில் நல்ல உணவு எது, கெட்ட உணவு எது என்று பிரித்து நமக்குத் தெரிவிக்கின்றன. பொதுவாக நல்ல உணவுக்கு நல்ல மணமும் சுவையும் இருக்கும். கெட்ட வாசனையுள்ள வாயுக்கள் காற்றில் கலந்திருந்தால், மூக்கு நமக்கு எச்சரிக்கிறது.

மூக்குப் பாதையின் உச்சியில் **வாசனை நரம்புகள்** (olfactory nerves) வந்து முடிகின்றன. காற்றுடன் கலந்து வரும் ஆவியோ, வாயுவோ நுட்பமான தூளோ இந்த நரம்பு நுனிகளைப் பாதித்து வாசனை உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது. இந்த நரம்பு நுனிகளைப் பாதிக்காத பொருள்களுக்கு வாசனை இராது.

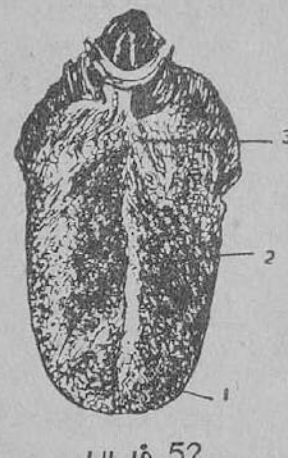


படம் 51. வாசனைப்புலன்
1. வாசனை நரம்புகள்
2. மூக்குப் பாதை

மூக்கின் உட்புறத்தில் சிலேட்டுமப்படலம் அமைந்துள்ளது. இதனுல் எப்பொழுதும் மூக்குப் பாதை ஈரமாயிருக்கிறது. ஜல தோஷம் உள்ள காலத்தில் சிலேட்டுமம் அதிகமாகச் சுரந்து வாசனை நரம்பு நுனிகள் மூடிவிட்டால், வாசனை உணர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை.

நாக்கின் மேல்பரப்பில் கணக்கற்ற **சுவை அரும்புகள்** (taste buds) இருக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து நாக்கின் உட்புறமாகச் சுவை நரம்புகள் செல்கின்றன. உமிழ் நீரில் கரையக் கூடிய பொருள்களுக்குத்தான் சுவை உண்டு. ஒரு பொருளை

வாயில் போட்டவுடன் அது உமிழ்நீரில் கரைந்து சுவையரும்புகளில் முடியும் நரம்பு நுனிகளைப் பாதிக்கிறது. சுவை உணர்ச்சி மூளைக்கு அறிவிக்கப்படுகிறது. முக்கியமான சுவைகள் நான்கு. அவை, இனிப்பு, புளிப்பு, கைப்பு, உப்பு எனபனவாகும். இவை வெவ்வேறு சுவை அரும்புகளால் அறியப்படுகின்றன. நுனி நாக்கில் இனிப்பும், நடுநாக்கில் புளிப்பும், அடி நாக்கில் கைப்பும் அறியக்கூடிய சுவையரும்புகள் அதிகமாயுள்ளன. உப்புச் சுவையறியும் சுவை அரும்புகள் நாக்கின் எல்லாப் பாகங்களிலும் சமமாகப் பரவியுள்ளன.



படம் 52.
நாவின் அமைப்பு
1. இனிப்புச் சுவைப் பகுதி 2. புளிப்புச் சுவைப் பகுதி 3. கசப்புச் சுவை யறியும் பகுதி

தோல்: தொடு உணர்ச்சியை அறியும் நரம்பு நுனிகள் அடித் தோலில் அமைந்துள்ளன. சிறு சிறு முட்டைகள் போல் முடியும் இந்த நரம்பு நுனிகளுக்குத் தொடு **உணர்ச்சி நரம்பு அணுக்கள்** (tactile corpuscles) என்று பெயர். (படம் 25.) மேல் தோலின் மீது ஏதேனும் ஒரு பொருள் பட்டால், அந்த இடத்திலுள்ள நரம்பணுக்கள் பாதிக்கப்பட்டு, தொடு உணர்ச்சியை நரம்புகள் மூலம் மூளைக்கு அறிவிக்கின்றன. குளிர்ச்சி, சூடு, சொரசொரப்பு, வழவழப்பு முதலிய உணர்ச்சிகளைத் தோல் நமக்குத் தெரிவிக்கிறது.

உள்ளங்கை, விரல் நுனிகள், உதடுகள் போன்ற சில இடங்களில் இந்த நரம்பு நுனிகள் அதிக அளவில் உள்ளன. ஆகவே இந்த இடங்கள் அதிக உணர்ச்சி உள்ளவையாக இருக்கின்றன.

கேள்விகள்

1. ஐம்பொறிகள் யாவை? அவை நமக்கு எத்தகைய உணர்ச்சிகளைத் தெரிவிக்கின்றன?
2. கண்ணின் படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறி.

3. பார்வை உணர்ச்சி எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ?
4. கண்ணின் தக அமைக்கும் சக்தி என்ருல் என்ன ?
5. காதின் படம் ஒன்று வரைந்து பாகங்களைக் குறி.
6. ஒலி உணர்ச்சி எப்படி ஏற்படுகிறது ?
7. செவிப்பறை எவ்வாறு பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளது ?
8. சுவை, வாசனை உணர்ச்சிகளை எவ்வாறு அறிகிருேம் ?
9. தோல் தொடுபுலனுக வேலை செய்வது எவ்வாறு ?

9. நாளமில் சுரப்பிகள்

(தைராயிடு சுரப்பி, பிட்யூட்டரி சுரப்பி, அட்ரீனல் சுரப்பி—இவற்றின் சுரப்பு நீர்கள்.)

சுரப்பிகளும் அவற்றின் வகைகளும்: இதுகாறும் படித்தவற்றிலிருந்து சுரப்பிகளைப் பற்றி நீங்கள் சிறிது அறிந்திருப்பீர்கள். உமிழ் நீர் சுரப்பிகள், வேர்வை சுரப்பிகள், கணையம், கல்லீரல் முதலியவற்றின் வேலை உங்களுக்குத் தெரியும். உமிழ் நீர் சுரப்பிகள் உமிழ் நீரைத் தயாரிக்கின்றன. ரத்த ஓட்டத்திலிருந்து கிடைக்கப் பெறும் சில பொருள்களைக் கொண்டுதான் உமிழ் நீர் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஆனல் ரத்தத்தின் சிவப்பு நிறம் உமிழ் நீருக்கு இல்லை. வேர்வை சுரப்பிகளும் அவ்வாறே ரத்தத்திலிருந்து நீரையும் சில கழிவுப் பொருள்களையும் எடுத்துக் கொண்டு வேர்வையைச் சுரக்கின்றன. ஆகவே, பொதுவாக ஒரு சுரப்பியின் அமைப்பு ஒரு கோளம் போன்றிருக்கும். தமனி அதற்கு ரத்தம் கொண்டு வரும்; சிரை அதிலிருந்து ரத்தத்தை வெளியே கொண்டு செல்லும். ரத்தத்திலுள்ள சில பொருள்களைச் சுரப்பி கிரகித்துக் கொண்டு தனக்குரிய சுரப்பு நீரைத் தயாரிக்கும். இந்தச் சுரப்பு நீர் ஒரு குழாய் அல்லது **நாளத்**தின் (duct) மூலமாக வெளியேறும். அடித் தோலிலுள்ள வேர்வை சுரப்பியிலிருந்து ஒரு நாளத்தின் வழியாக வேர்வை மேல் தோலுக்கு வருகிறது. உமிழ் நீர் சுரப்பியிலிருந்து ஒரு நாளத்தின் வழியாகத்தான் வாய்க்குள், உமிழ் நீர் வருகிறது. இதே போல் கல்லீரல், கணையம், இரைப்பை நீர் சுரப்பிகள் முதலி

யவைகளுக்கெல்லாம் நாளங்கள் உண்டு. இவைகளெல்லாம் நாளமுள்ள சுரப்பிகளாகும்.

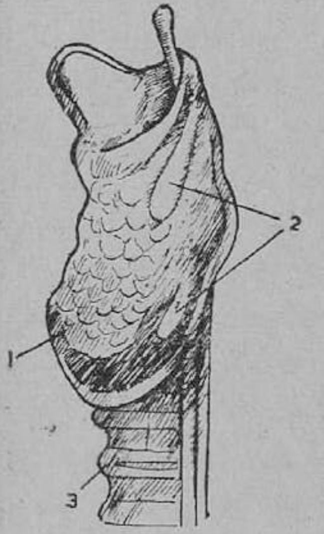
நம் உடம்பில் மற்றொரு வகைச் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. இவைகளுக்கு நாளங்கள் இல்லை. இவை தயாரிக்கும் சுரப்பு நீர்கள் நேரடியாக ரத்தத்தில் கலந்து விடுகின்றன. ஆகவே இவைகளை **நாளமில் சுரப்பிகள்** (ductless glands) என்பர். இவற்றில் முக்கியமானவை **தைராயிடு சுரப்பி** (thyroid gland), **அட்ரீனல் சுரப்பிகள்** (adrenal glands), **பிட்யூட்டரி சுரப்பி** (pituitary gland) என்பனவாம். இவற்றைத் தவிர வேறு சில நாளமில்லாச் சுரப்பிகளும் இருக்கின்றன. கணையம் இருவகைச் சுரப்பியாகவும் வேலை செய்கிறது. கணைய நீர் ஒரு நாளத்தின் வழியே பாய்ந்து முன் சிறு குடலில் உணவுடன் கலந்து ஜீரணத்தில் முக்கியப் பங்கு எடுத்துக் கொள்வது உங்களுக்குத் தெரியும். கணையத்தின் சில பகுதிகள் தனித் திட்டுகளாக அமைந்துள்ளன. இவற்றில் **இன்ஸுலின்** (insulin) என்ற சுரப்பு நீர் உற்பத்தியாகிறது. இது நேராக ரத்தத்தில் கலந்து, திசுக்களில் சர்க்கரை ஆக்ஸிகரணமடைந்து சக்தி வெளிப்படும் மாற்றத்திற்கு உதவுகிறது.

ஹார்மோன்கள் : நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் உற்பத்தி செய்யும் சுரப்பு நீர்களிலுள்ள சில ரசாயனப் பொருள்களுக்கு **ஹார்மோன்கள்** (harmones) என்று பெயர். பொதுவாக நம் உடல் ஆரோக்கியத்திற்கும், முக்கியமாகச் சிற்சில உறுப்புக்கள் தத்தம் வேலையைச் சரிவரச் செய்வதற்கும் ஹார்மோன்கள் இன்றியமையாதவை.

நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் சரிவர வேலை செய்யா விட்டால் இந்த ஹார்மோன்கள் உண்டாகாமல் போய்விடும்; அதனால் உடல் நோயுறும்; வளர்ச்சி குன்றும்; மரணமும் ஏற்படலாம்.

தைராயிடு சுரப்பி : இது கழுத்தில் குரல் வளையின் பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. இது சுரக்கும் நீரில் **தைராக்ஸின்** (thyroxin) என்ற ஹார்மோன் உள்ளது. இந்த ஹார்மோன், அயொடின் சேர்ந்த ஒரு கூட்டுப் பொருள். எனவே, நம் உணவில் இந்தச் சுரப்புநீர் தயாராவதற்கு வேண்டிய அயொ

டின் இல்லாவிடில், தைராக்ஸின் சரியாக உற்பத்தியாகாமல் போய்விடும். ஒரு குழந்தைக்கு இவ்வாறு நேரிடின், அதன் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும். குழந்தையின் உடல் குட்டையாகவே இருந்து விடும்; மூளை வளர்ச்சியும் இராது. தைராக்ஸின் சுரப்பை மருந்தாக அக் குழந்தைக்குக் கொடுத்தால் வளர்ச்சி ஏற்படும். வயதானவர்களின் தைராயிடு நன்கு வேலை செய்யாவிட்டால், அவர்கள் மந்த குணம் பெறுவர்; உடல் அளவு மீறிப்பருக்கும்; மயிர் உதிரும். இவர்களுக்கும் தைராக்ஸினை மருந்தாகக் கொடுக்க வேண்டும்.



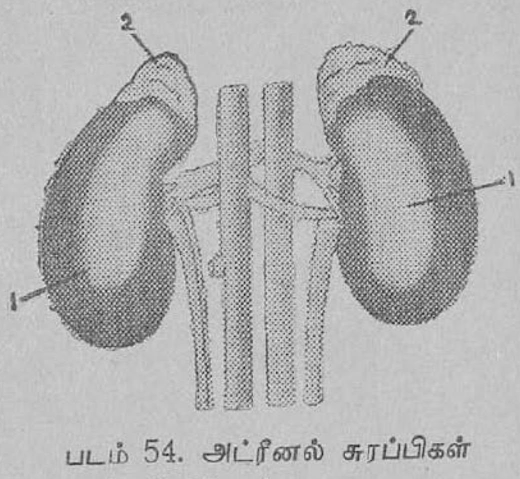
படம் 53. தைராயிடு சுரப்பியின் தோற்றம்
1. தைராயிடு சுரப்பி
2. பார தைராயிடுகள்
3. மூச்சுக்குழல்

ஒருவருடைய தைராயிடு சுரப்பி அளவு மீறி வேலை செய்தால், அவர் மெலிந்தும், கடுகடுப்புக் குணமும் பதற்றமும் உள்ளவராக இருப்பார். இவர்களுக்கு தைராயிடு சுரப்பியில் ஒரு பகுதியை வெட்டி எடுத்து ('ஆப்பரேஷன்' செய்து) விட்டால், தைராயிடு சுரப்பு நீர் குறைந்து, சாதாரண நிலை அடைவர்.

உணவில் அயொடின் குறையிருந்தால், **முன் கழுத்துக் கழலை** (goitre) என்ற நோய் ஏற்படும். இவ் வியாதி உள்ளவர்கள் அயொடின் அதிகமுள்ள உணவாகிய சுத்தமான பசும் பாலைக் குடித்தல் நலம் தரும். டானிக் மருந்து மூலமாகவும் போதுமான அயொடினை உடம்புக்கு அளிக்கலாம்.

அட்ரீனல் சுரப்பிகள்: இவற்றிற்கு **ஸுப்ரா ரீனல் சுரப்பிகள்** (suprarenal glands) என்ற பெயருமுண்டு. இவை சிறுநீரகங்களின்மீது அமைந்துள்ளன. அட்ரீனல் சுரப்பியின் மையப் பகுதிக்கு மெடுல்லா (medulla) என்றும், ஓரப் பகுதிக்குக் **கார்டெக்ஸ்** (cortex) என்றும் பெயர். மையப் பகுதியிலிருந்து **அட்ரீனலின்** (adrenalin) என்ற ஹார்மோன்

உற்பத்தியாகிறது. உடலுக்கு அபாயம் நேர இருக்கும் காலத்தில் இந்தச் சுரப்பு அதிகமாக உற்பத்தியாகி ரத்தத்தில் கலக்கும். அப்பொழுது தசைகளுக்கு அதிக ரத்த ஓட்டம் ஏற்பட்டு, உடலைக் காத்துக் கொள்ளக் கூடிய நிலையைத் தசைகள் அடையும். ஜீரணத்தைத் தடை செய்யும்; கல்லீரலிலிருந்து அதிக சர்க்கரை விடுவிக்கப்பட்டு ரத்தத்தில் கலந்து தேகத்துக்கு அதிக சக்தி யளிக்கும். பரிவு நரம்புகளும் இம் மாதிரியே வேலை செய்யுமாதலால், அட்ரீனலின் பரிவு நரம்புகளுக்கு உதவி செய்து, அபாய நிலையிலிருந்து தப்ப உடலுக்கு அதிக சக்தி உண்டாக்கும்.



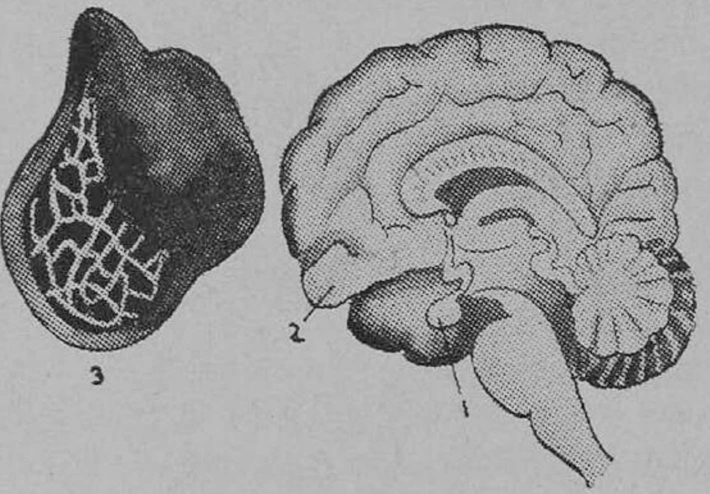
படம் 54. அட்ரீனல் சுரப்பிகள்
1. சிறுநீரகம்
2. அட்ரீனல் சுரப்பிகள்

ஒருவருடைய அட்ரீனல் சுரப்பியின் மையப் பகுதி தீவிரமாக வேலை செய்தால் அவர் முன் கோபியாக இருப்பார். சாப்பிடும் பொழுதும், உணவு ஜீரணமாகும் பொழுதும் கோபங் கொள்ளக்கூடாது; ஏனெனில் அப்பொழுது ஜீரணம் தடைப்பட்டு, ஜீரண உறுப்புக்கள் நோயுறும்.

கார்ட்டின் என்ற சுரப்பு நீர் உடல் வளர்ச்சிக்கும் நன்னிலைக்கும் அவசியமானது. இப்பகுதி கெட்டு விட்டால் உடல் நோய்ப்பட்டு மெலிந்துவிடும்; மரணமும் ஏற்படலாம்.

பிட்யூட்டரி சுரப்பி: நம் உடலிலுள்ள நாளமில் சுரப்பிகள் எல்லாவற்றிலும் மிகவும் முக்கியமான சுரப்பி இது. இது மூளையின் முன்புற அடிப்பாகத்தில் ஓர் எலும்புப் பெட்டியினுள் பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளது. இது உருவத்தில் சிறிதாயிருந்தாலும், பல ஹார்மோன்களை உற்பத்தி செய்கிறது. இதில் இரண்டு பாகங்கள் காணப்படுகின்றன. முன் பாகத்தில்

உற்பத்தியாகும் ஒரு ஹார்மோன் உடல் வளர்ச்சியை நன்கு அமைக்கிறது. வேறு சில ஹார்மோன்கள் தைராயிடு, அட்ரீனல் போன்ற பிற நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் சரியானபடி வேலை



படம் 55. பிட்யூட்டரி சுரப்பி
1. பிட்யூட்டரி சுரப்பி 2. பெருமூளை
3. பிட்யூட்டரியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

செய்யத் தூண்டுகின்றன. ஒருவருடைய பிட்யூட்டரி சுரப்பி சரியாக வேலை செய்யா விட்டால், அவர் குள்ளமாகவே இருந்து விடுவார். ஒருவருடைய பிட்யூட்டரி சுரப்பி அளவு மீறி வேலை செய்தால், அவருடைய உடல் அதிகமாக வளர்ச்சியடைந்து அவர் ராட்சசத் தன்மை பெறக் கூடும்.

நாளமில் சுரப்பிகள் தம் வேலைகளை ஒழுங்காகச் செய்யா விட்டால், உடல் நோயுறுகிறதல்லவா? இதற்கு மருந்தாகப் பிராணிகளின் அந்த அந்த நாளமில் சுரப்பியிலிருந்து எடுக்கப் படும் சத்துப் பொருளை உபயோகிக்கலாம். இவ்வாறு பிராணி களிலிருந்து எடுக்கப்படும் ஹார்மோன் சத்துக்களை மாத்திரை களாகவோ ஊசி குத்தும் மருந்தாகவோ உபயோகிக்கலாம்.

கேள்விகள்

1. பொதுவாக, சுரப்பிகள் எவ்வாறு தத்தம் சுரப்பு நீர்களை உற் பத்தி செய்கின்றன?

2. நாளமில் சுரப்பிகள் யாவை? அவை எங்குள்ளன? அவற்றிலிருந்து சுரக்கும் சுரப்பு நீர்களுக்கு என்ன பெயர்?

3. கணையம் எவ்வாறு இருவகை சுரப்பிகளாக வேலை செய்கிறது?

4. அட்ரீனல் சுரப்பியின் (1) இடம், (2) சுரப்பு நீர்கள் இவைகளைக் குறிப்பிடுக.

5. தைராயிடு சுரப்புநீரின் பெயரென்ன?

6. முன் கழுத்துக் கழலை எப்பொழுதுக் ஏற்படுகிறது? அதற்கு மருந்தென்ன?

7. பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் முக்கியத்தை விளக்குக.

8. பொதுவாக, ஒரு நாளமில்லாச் சுரப்பி நோயுற்றால், அதற்கு எவ்வித சிகிச்சை செய்யலாம்?

II. பிராணி சாஸ்திரம்

10. சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்கள்

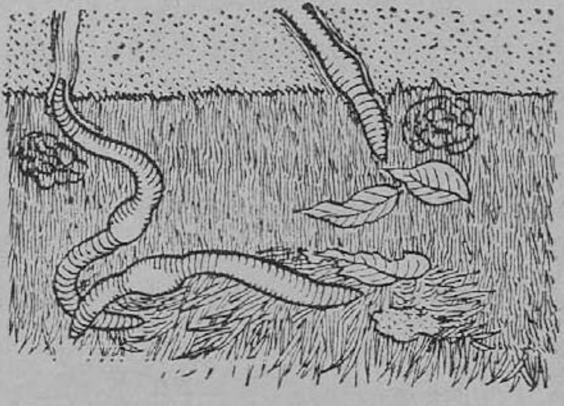
(தாடையற்ற நிலப்புழு—தேனருந்தும் வண்ணாத்திப் பூச்சி—ரத்தம் உறிஞ்சும் அட்டை—நத்தை.)

உலகில் காணும் எல்லாப் பிராணிகளும் ஒரேவித உணவை உட்கொள்ளுவதில்லை. வெவ்வேறு பிராணிகள் வெவ்வேறு வித ஆகாரம் உட்கொள்கின்றன. யானை, பசு, ஆடு, குதிரை முதலியவை புல், இலை முதலிய தாவரங்களையும் தாவரப் பொருள்களையும் ஆகாரமாக கொள்கின்றன. காட்டில் வாழும் விலங்குகளாகிய, புலி, சிங்கங்களுக்கும், அவ்வினத்தைச் சேர்ந்த, நாட்டில் வாழும் பூனைக்கும், பிற பிராணிகளின் மாமிசமே உணவாகிறது. காகம், நாய் போன்ற வேறு சில பிராணிகள் இருவகை உணவையும் உட்கொள்ளுகின்றன. ஆதலின் பிராணிகள் உட்கொள்ளும் உணவிற்குத் தகுந்தவாறு அவைகள் சாகபட்சிணிகளென்றும் (herbivorous animals), மாமிச பட்சிணிகளென்றும் (carnivorous animals), சர்வ பட்சிணிகளென்றும் (omnivorous animals) மூன்று வகைப்படும்.

வெட்டுக்கிளியும், கம்பளிப்புழுவும் இலைகளைத் தின்கின்றன. அட்டை முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளின் ரத்தத்தைக்

குடிக்கிறது. வண்ணத்திப் பூச்சியின் ஆகாரம் மலர்களில் திரவ ரூபத்தில் காணப்படும் மது. மண்புழு திடப்பொருளாகிய மண்ணை விழுங்குகிறது. எனவே, சில பிராணிகள் தங்கள் ஆகாரத்தைத் திடப்பொருளாகவும் ; சில, திரவரூபத்திலும் உட்கொள்ளுகின்றன. இவ்விதம் வெவ்வேறு வித உணவை உட்கொள்ளும் வெவ்வேறு பிராணிகளின் தேகக் கூறுகள், வாய், ஜீரண உறுப்புக்கள் இவையெல்லாம் அவைகள் ஆகாரத்தை அடைவதற்கும், உண்பதற்கும் ஏற்ப, தனிப்பட்ட முறையில் அமைந்துள்ளன. சில பிராணிகளின் உணவுப் பழக்கங்களை ஈண்டு ஆராய்வோம்.

மண் புழு : இது பூமியின் மேல்பரப்பில் காணப்படும் மண்ணைத் தின்னும் ஒரு பிராணி. பூமியின் மேல்பரப்பிலுள்ள மண்ணில், மணல், ரசாயன உப்புக்கள், மக்கின தாவரப்பொருள்



படம் 56. மண் புழு

கள், இறந்து அழுகிப்போன பிராணிப் பொருள்கள் அடங்கியுள்ளன. மண்ணுடன் கலந்திருக்கும் இவ்வித அங்ககப்பொருள்களிலிருந்து மண்புழு தன் ஆகாரத்தை அடைவதனால், செத்தைகளும் அழுகிய பொருள்களும் குவிந்துள்ள ஈரமான நிலத்தில் தான் இப்புழு வசிக்கும். இதற்குத் தாடை இல்லை. இதன் முன்புறமும் பின்புறமும் வாய்போன்ற துவாரங்கள் உள்ளன.

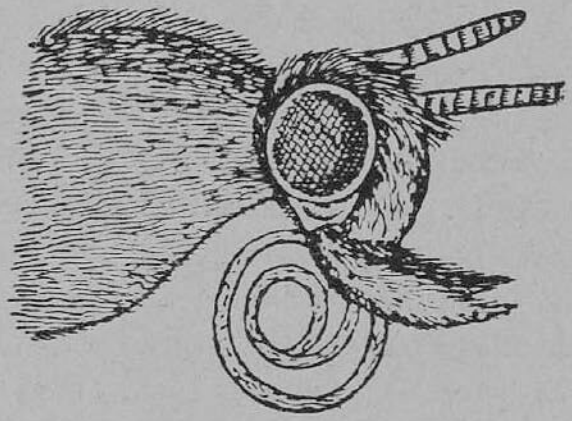
மண்புழு மண்ணின் வழியாகச் செல்லும்போது, மண்ணை

முன்வாயால் விழுங்குகிறது. புழுவின் உணவுப்பாதையின் வழியே இம்மண் உட்சென்றதும் சிறு துண்டுகளாகச் சிதறி மண்ணில் அடங்கிய சத்துப்பொருள்கள் ஜீரணிக்கப்பட்டு அதன் உடலில் கிரகிக்கப்படுகின்றன. உபயோகமற்ற பகுதி, பின்வாய் அல்லது குதத்தின் வழியே வெளித்தள்ளப்படுகிறது. இவ்விதம் வெளியே தள்ளப்பட்ட மண்ணைத்தான் நாம் இப் புழுக்கள் வாழும் குழிகளின் வாயிற்புறங்களில் குவியல்களாகக் காண்கிறோம். இக்குவியல்களுக்கு நாங்கூழ் கட்டிகள் (worm casts) என்று பெயர். சில சமயங்களில் இப்புழுக்கள் அழுகிய இலைகளைத் தின்னும்போது, இவைகள் வசிக்கும் வளைகளின் வாயிற்புறத்துக்கு இவ்விலைகள் இழுத்துச் செல்லப்பட்டு, இப் புழுக்களின் வாயிலிருந்து ஊறும் ஒருவித நீரால் இலைகள் பசுமையான உணவு பொருள்களாகப் மாற்றப்பட்டு, இவை களால் விழுங்கப்படுகின்றன.

இவ்விதம் இவைகள் உணவை உட்கொள்ளும்பொழுது பூமியின் அடியிலுள்ள மண்ணை மேல்பரப்புக்குக் கொண்டுவரு கின்றன. உறுதியாயும் கட்டிகளாயுமுள்ள களிமண் தகர்த்துத் தூளாக்கப்படுகிறது. காற்று உட்செல்வதற்கேற்ப இடைவெளி கள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு தோட்டத்தில் பல்லாயிரக் கணக்கான மண்புழுக்கள் இருந்து துளைகள் செய்யும் பொழுது, நிலத்தைக் கலப்பைகொண்டு உழுதாற்போலாகிறது. சுருங்கக் கூறின், உழவன் செய்கிற வேலையை இப்புழு செய்கிறது. இக்காரணத் தினால் மண்புழுவைக் 'குடியானவனின் நண்பன்' என்று கூறுவதுமுண்டு.

வண்ணாத்திப் பூச்சி: உணவைத் திரவரூபத்தில் உட் கொள்ளும் பிராணிகளில் வண்ணாத்திப்பூச்சி ஒன்று. இதன் ஆகாரம் மலர்களிலுள்ள மது. திடப்பொருள்களாலான உணவை இப்பூச்சி உட்கொள்ள இயலாது. திரவங்களை உறிஞ்சிக் குடிப் பதற்கேற்ப இதன் தலையின் அடிப்பாகத்தில் நீண்ட மெல்லிய குழாய் ஒன்று உள்ளது. இது உறிஞ்சுகுழல் அல்லது குழல்வாய் எனப்படும். இது சுருளாகத் தோன்றும். ஆனால் வேண்டும் போது வண்ணாத்திப்பூச்சி இக்குழாய்ச் சுருளை நீட்டி, பூக்களில்

நுழைத்து அவைகளின் அடியிலுள்ள தேனை உறிஞ்சிக் குடிக்கும். வேண்டாதபோது இதைச் சுருளாக்கி வைத்துக்கொள்ளும். வண்ணாத்திப்பூச்சி, கம்பளிப்புழுப் பருவத்திலிருக்கும்



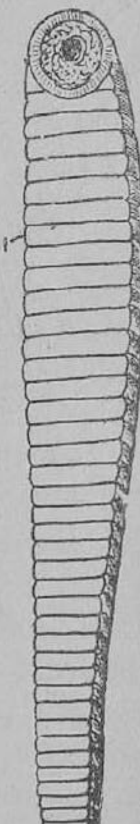
படம் 57. வண்ணாத்திப் பூச்சியின் குழல் வாய்

போது இலைகளைத்தான் உணவாகக் கொள்கிறது. இலைகளைத் துண்டிப்பதற்கு இதற்குத் தாடைகள் உண்டு. முழு வளர்ச்சி அடைந்து வண்ணாத்திப் பூச்சியானதும் தாடைகள் மறைந்து தேனை உறிஞ்சும் குழாய் உண்டாகிறது.

அட்டை : மண் புழுவைப் போன்று இது மிருதுவான உடலை உடையது. இதன் உடல் பூரான் உடலைப்போல் நீண்டு தட்டையாயிருக்கும். இதன் ஆகாரம் பிராணிகளின் ரத்தம். இவ்வித உணவை உட்கொள்ளுவதற்கேற்ப இதன் உடல் அமைந்துள்ளது. அட்டையின் நீளமான உடல் பல தசைகளால் அமைந்தது. இதன் முன்புறமும் பின்புறமும் இரு உறிஞ்சிகள் உள்ளன. முன்பக்கமுள்ள உறிஞ்சியின் இடையே இதற்கு வாய் அமைந்துள்ளது. வாயில் பற்களைப்போன்றும் ரம்பத்தைப் போன்றும் அமைந்துள்ள மூன்று தாடைகள் இருக்கின்றன.

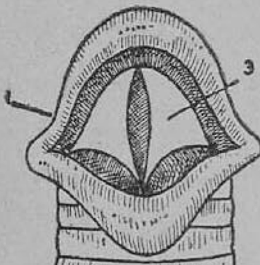
அட்டை, தன் உணவாகிய பிராணிகளின் ரத்தத்தைப் பெறுவதற்கு, முன் உறிஞ்சிகளைப் பிராணிகளின் உடலில் கெட்டியாகப் பொருத்தி அவைகளின்மேல் ஒட்டிக்கொள்கிறது. தாடைகளினால் பிராணிகளின் தோலில் காயமுண்டாக்கி அதிலிருந்து

வெளிவரும் ரத்தத்தை உறிஞ்சுகிறது. இவ்வாறு செய்யும்போது அட்டையின் வாயிலிருந்து ஒருவகை நீர் ஊறி வெளிவந்து அக் காயத்தினுள் வீழ்கிறது. இத் திரவம் காயத்தினின்றும் வெளிவரும் ரத்தத்தை உறையாமல் தடுக்கிறது. எனவே அட்டைக்கு உணவாகிய ரத்தம் காயத்தினின்றும் இடைவிடாமல் அதிக அளவில் கிடைக்கிறது; அட்டை அதை உறிஞ்சித் தன் இரைப்பையிலுள்ள பல அறைகளில் நிரப்பிச் சேமித்துவைக்கிறது. தன் இரைப்பை முழுவதும் நிரம்புமாறு ஒரு முறை ரத்தத்தை உறிஞ்சுமானல், பிறகு பல மாதங்களுக்கு இரைதேட வேண்டும் அவசியமில்லாமலே அட்டை வாழ முடியும்.



படம் 59.
அட்டை
1. தசை வளையங்கள் 2. உறிஞ்சி

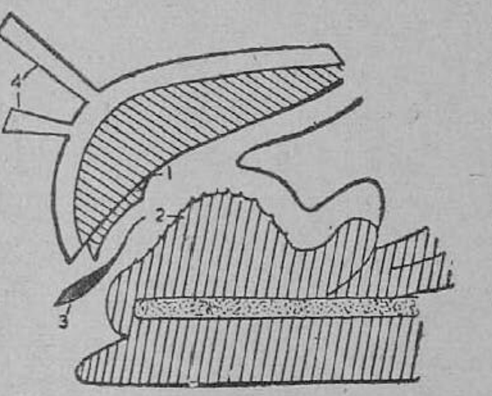
அட்டைகளில் இரு வகைகள் உண்டு. ஒருவகை தவளைகளின் மீதும், மீன்கள்மீதும் ஒட்டிக் கொண்டு தண்ணீரில் வசிப்பவை. மற்றொரு வகை நிலத்தில் வாழ்பவை. இவை சருகு அட்டை அல்லது நில அட்டை எனப்படும். இவை மனிதன், மிருகம் இவைகளின் ரத்தத்தை உறிஞ்சி உண்டு உயிர் வாழ்கின்றன.



படம் 58.
அட்டையின் வாயில் உறிஞ்சி
1. வாய் 2. வளையங்கள் 3. ரம்பதீ தாடைகள்

நத்தை: தத்துக்கிளி, கம்பளிப்புழு போன்று இலைகளை உணவாகக் கொள்ளும் பிராணிகளில் நத்தை ஒன்று. இலைகளைத் துண்டித்து உட்கொள்வதற்கேற்ப இதன் முன்பக்கத்திலுள்ள கால்களின் மேற்பாகத்தில் வாய் அமைந்திருக்கிறது. வாய்க்குள் ரம்பம் போன்ற நாக்கும், நாக்கின் மேல்பரப்பில் பற்களைப் போன்ற அமைப்பும் உள்ளன. இப்பற்கள் இலைகளைச் சுரண்டித் தின்பதற்கு உதவி

யாகும்படி சுரசுரப்பாய் அமைந்துள்ளன. வாயின் மேல்பாகம் தடிப்பாயும் உறுதியாயுமிருக்கிறது. நத்தை தன் உணவாகிய இலைகளை, நாக்கிற்கும் மேல் தாடைக்கும் இடையில் அழுத்திக்கொண்டு நாக்கை முன்னும் பின்னுமாக இழுக்கிறது. இவ்விதம் செய்வதால் இலைகள் சிறு சிறு துண்டுகளாக வெட்டப்படுகின்றன. இச்சிறு துண்டுகளை அது விழுங்குகிறது.



படம் 60. நத்தையின் வாயமைப்பு
1. கடினமான மேல் வாய்
2. சொர சொரப்பான நாக்கு
3. இலை
4. உணர்ச்சிக் கொம்புகள்

இலைகளையே உணவாக உட்கொள்வதால், செடிகள் செழித்து வளரும் இடங்களிலேயே நத்தைகளைக் காணலாம். செடிகளின் மென்மையான தண்டுகளையும் முக்கிய உறுப்புக்களான இலைகளையும் சுரண்டித் தின்று செடிகளுக்குத் தீங்கு விளைவிப்பதால் நத்தைகளைச் 'சுரண்டும் நத்தைகள்' என்றும் 'தோட்டக் காரனின் விரோதி' என்றும் கூறுகிறார்கள்.

கேள்விகள்

1. மண் புழுவின் ஆகாரம் யாது? அதை எவ்விதம் அடைகிறது? எவ்விதம் உட்கொள்கிறது?

2. பூவிலிருந்து கிடைக்கும் உணவை அடைவதற்கேற்ப வண்ணத்திப் பூச்சியின் உடலில் என்ன பிரத்தியேக அமைப்பு உள்ளது? அதை அது எவ்வாறு உபயோகிக்கிறது?

3. நத்தை தன் உணவை எவ்வாறு பெறுகிறது? நத்தையைச் சுரண்டும் நத்தை எனக் கூறுவதேன்?

4. 'தோட்டக்காரனின் விரோதி'—இதை விளக்கு.

5. 'குடியானவனின் நண்பன்' என்று கருதப்படுவது எது? ஏன்?

6. அட்டையின் வாயமைப்பை விவரி. அதன் உணவு யாது?

11. பிராணிகளின் அனுசரணம்

(தற்காப்பு நிறம்—தாக்குதல் நிறம் ; அனுகரணம்—விஷ உறுப்புக்கள்—தற்காப்புக்காகப் பிரத்தியேக அமைப்புகளாகிய மேற்போர்வைகள்—முள்ளம்பன்றி, ஆமை.)

சூழ்நிலைக்குத் தக்கபடி பாதுகாப்பு : இயற்கையில் காணப்படும் பிராணிகள் தம் சூழ்நிலையுடன் மிக நெருங்கிய தொடர்புள்ளவை. அவை தனித்து வாழ முடியாது; வேறு பிராணிகளோடு சேர்ந்து வாழவும், சில பிராணிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளவும் வேண்டியிருக்கிறது. சீதோஷ்ண நிலையாலும் அவை பாதிக்கப்படலாம். அக்காலங்களில் அவை வெவ்வேறு வகைகளில் தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன.

வெளிப்புற சீதோஷ்ணநிலை உஷ்ணமாகவோ, குளிர்ச்சியாகவோ எப்படியிருந்தாலும், நமது உடலின் உஷ்ண நிலை குன்றுமலும் அதிகரிக்காமலும் ஒரே நிலையிலிருக்கும். பறவைகளும் அநேக பிராணிகளும் மனிதரைப் போன்றேயிருக்கின்றன. இவ்விதத் தன்மையுள்ளவைகளை **வெப்ப ரத்தப் பிராணிகள்** என்கிறோம். மனிதனும், பாலூட்டிப் பிராணிகளும், பறவைகளும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. மீன், பல்லி, பாம்பு இவையெல்லாம் **குளிர் ரத்தப் பிராணிகள்.** இந்தப் பிராணிகளின் உடல் உஷ்ண நிலை, சூழ்நிலையின் உஷ்ண நிலைக்குத் தகுந்தபடி மாறும். குளிரெடுத்தால் நாம் கம்பளியைப் போர்த்துக் கொள்கிறோம். அதேபோல் குளிர்ச்சியைத் தடுத்து உஷ்ண நிலை குன்றுமல் பாதுகாக்க வெப்ப ரத்தப் பிராணிகளின் மேலுள்ள தோலும் மேற்போர்வையும் உதவுகின்றன. குளிர் ரத்தப் பிராணிகளின் தோல் பாதுகாப்பிற்கும், வெப்ப ரத்தப் பிராணிகளின் தோல் உடலின் ரத்தத்தை ஒரே உஷ்ண நிலையில் வைப்பதற்கும் உதவுகின்றன.

பிராணிகளும் சீதோஷ்ண நிலையும் : பூனை, புலி, சிங்கம் முதலிய பாலூட்டிகளின் தோலின்மீது அடர்த்தியான உரோமம் இருக்கிறது. ஆடுகளுக்குச் சற்றுத் தடித்த ரோமம் உண்டு. எருமை, யானை முதலியவை தடித்த தோலுள்ளவை. ரோமத்தி

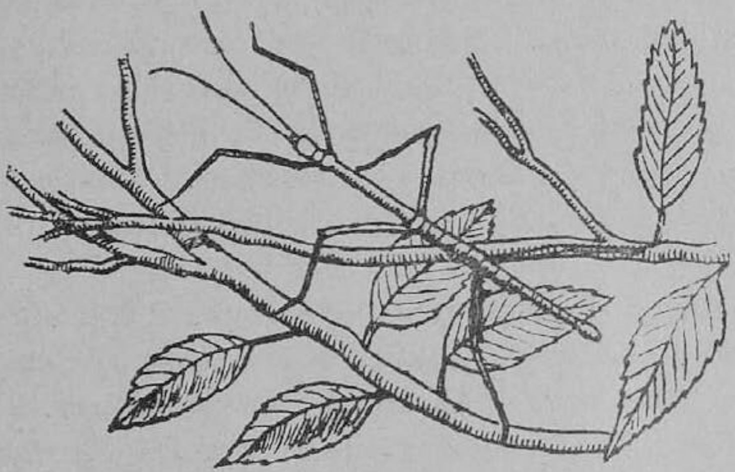
னிடையே காற்று அடங்கியிருப்பதாலும் காற்று வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தாததாலும், ரோமமுள்ள பிராணிகளின் உடல் உஷ்ண நிலை குறைவதில்லை. குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வளரும் ஆடுகளின் மேலுள்ள பருத்த உரோமம் குளிர் பாதிக்கா வண்ணம் ஆடுகளைப் பாதுகாக்கிறது. சமுத்திரத்தில் வாழும் திமிங்கிலத்திற்குத் தோலின்மீது மிகக் குறைவாகவே ரோமம் காணப்படினும், தோலின் உட்புறம் **கொழுப்புப் பொருள்** இருப்பதால் அதன் உடல் உஷ்ணம் குறையாமலிருக்கிறது. பறவைகளுக்கு இறகுகளைத் தவிர உடலை ஒட்டினாற்போல் வெண்மையான **மெல்லிறகுகள்** இருப்பதால் அவற்றின் மத்தியிலுள்ள காற்று உஷ்ணத்தை வெளிவிடுவதில்லை. எனவே, பறவைகளின் தேக உஷ்ண நிலை குறைவதில்லை.

சீதோஷ்ண நிலைமையின் கடுமை மிகுதியாவதால் சில பிராணிகள் உயிரற்றவைபோல், உழைப்பும் நடமாட்டமுமின்றிக் கிடக்கும். உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் நத்தை வெயில் காலத்தில் கூட்டுக்குள் நுழைந்துகொண்டு கூட்டின் வாயை அடைத்து விட்டு அசைவற்றிருக்கும். திரும்பவும் சீதோஷ்ண நிலை குளிர்ச்சியடைந்ததும் அது வெளிவரும். பறவைகள் சீதோஷ்ண நிலையைத் தாங்க முடியாவிடின் கூட்டமாய் வெளியேறி, தங்களுக்கு அனுகூலமான பிரதேசங்களுக்குச் சென்று சீதோஷ்ண நிலை மாறியதும் திரும்பி வருகின்றன. ஆகவே, பிராணிகள் சீதோஷ்ண நிலையின் மாறுபாட்டிற்கும் சூழ்நிலைக்கும் தக்கவாறு தங்களைப் பலவிதங்களில் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன.

தற்காப்பு நிறம்: பிராணிகள் தங்களை விரோதிகளிடமிருந்து காத்துக் கொள்ளச் சில சாதனங்களை இயற்கையாகவே பெற்றிருக்கின்றன. அவ்விதச் சாதனங்களில் நிறம் ஒன்று. பிராணிகள் பலவகை நிறங்களைப் பெற்றுள்ளன. சில வகை வெட்டுக்கிளி, பச்சைப் பாம்பு, கிளி முதலியன பச்சை நிறத்துடனிருக்கின்றன. இவை சாதாரணமாய்ப் பச்சை நிறமுள்ள இலைகள் அல்லது புற்களிடையே காணப்படும். அப்பிராணிகளின் நிறமும் சுற்றுப்புறமும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதால் அவைகளின் விரோதிகளாகிய, பருந்து கருடன்

முதலியவை அவைகளை எளிதில் கண்டுகொள்ளல் முடியாது. ஆந்தை, தேரை, பச்சைத் தவளை போன்ற பிராணிகளும், தம்முடைய இயற்கை நிறத்தால் தம்மைக் காத்துக் கொள் கின்றன.

சில பிராணிகளுக்குச் சுற்றியுள்ள பொருள்களைப் போன்ற உருவம் அமைந்திருக்கிறது. இலைப்பூச்சி, இலை போன்ற உருவ



படம் 61. குச்சிப்பூச்சி

மும் நிறமுமுள்ளது. இது இலைகளிலிருக்கும்போது இதைக் கண்டுகொள்வது எளிதல்ல. குச்சிப்பூச்சி என்று சொல் லப்படும் வைக்கோல் பூச்சி உலர்ந்த குச்சிகளைப் போன்ற உருவமும் நிறமும் உள்ளது. இது குச்சி களுக்கு இடையே உட்கார்ந் திருந்தால் இதனைக் குச்சி களிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய முடியாது. மரத்தில்

படம் 62. இலைப்பூச்சி

வசிக்கும் பல்லியின் நிறம் மரப்பட்டையை ஒத்திருப்பதால் பட்டைகளின்மீதிருக்கும்பொழுது பல்லி நமது கண்களுக்

குப் புலனுகாது. முயல் சிறு குழிகளில் பதுங்கி இருக்கும் பொழுது அதன் முதுகின் நிறமும் சுற்றுப்புறமும் ஒத்திருப் பதால் அதை எளிதில் கண்டறிய முடியாது. துருவக் கரடி தான் வசிக்கும் பனிக்கட்டிப் பிரதேசத்தின் வெள்ளை நிறத்தை ஒத்திருப்பதால் எதிரிகளிடமிருந்து எளிதில் தப்பித் துக் கொள்கிறது. பச்சோந்தி, எங்கிருந்தாலும், தன் இருப் பிடத்தை அனுசரித்துத் தன் தேகத்தின் நிறத்தை அடிக்கடி மாற்றிக்கொள்கிறது. இவ்விதம் சில பிராணிகள், வாழும் சுற்றுப்புறங்களுக்கேற்ப, பொதுவான நிற ஒற்றுமையைப் பெற் றிருப்பதால் அந்நிறம் அவைகளுக்கு விரோதிகளிடமிருந்து தங் களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள உதவுகிறது. இவ்விதம் உதவும் நிறத்திற்குத் **தற்காப்பு நிறம்** (protective colouration) எனப் பெயர்.

தாக்குதல் நிறம் (aggressive colouration) : சில பிராணி கள் தம் நிறத்தினுல் பிற பிராணிகளை ஏமாற்றி அவற்றைத் தாக்கி அவைகளை இரையாகக் கொள்கின்றன. புலியும் சிறுத்தையும் இத்தகைய பிராணிகள். புலியின் உடலில் அநேக பட்டைகள் உள்ளன. சிறுத்தையின் தோலின்மீது அநேக புள்ளிகள் உள்ளன. அடர்ந்து வளர்ந்த புற்கள், மரங்கள் இவற்றின் நடுவே புலி இருக்கும்பொழுது புலியின் மீதுள்ள கோடுகள் தரையில் விழும் மரங்களின் நிழலை ஒத்திருப்பதால் புலி அங்கிருப்பது பிற பிராணிகளுக்குப் புலனுவதில்லை. அப் பிராணிகள் அருகில் வரும் பொழுது புலி அவற்றை எளிதில் தாக்கி இரையாகக் கொள்ளும். எனவே, பிராணிகளின் நிறம், உணவை அடையவும் எதிரிகளைத் தாக்கவும் உதவியா யுள்ளது.

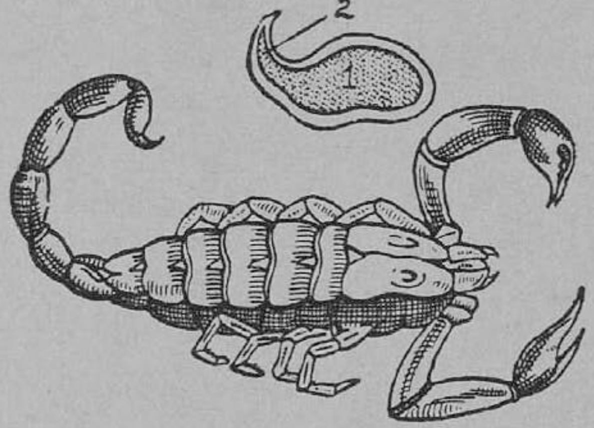
பூச்சிகளில் இவ்விதத் தாக்குதல் நிறமுடையது இடையன் பூச்சி (praying mantis). இது செடியின் கிளையில் உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது காய்ந்த சுள்ளியின் தோற்றத்தை உடையதாகி அசையாமல் உட்கார்ந்து தியானம் செய்வதுபோல் தோற்றமளிக்கும். இதன் உணவு, தத்துக்கிளியும் மற்ற சிறு பூச்சிகளுமாகும். தத்துக்கிளி இதைக் கண்டுகொள்ளாமல்

அருகில் வந்தால், இது அதைத் தாக்கித் தின்றுவிடுகிறது. இவ்விதம் சில பிராணிகள் மற்றப் பிராணிகளைத் தாக்குவதற்குத் தங்கள் நிறத்தை உபயோகித்துக் கொள்கின்றன.

அனுகரணம்: சில தீங்கற்ற பிராணிகள் தாங்கள் தப்பித்துக் கொள்ள, அபாயகரமான பயங்கரமான பிராணிகளின் நிறத்தையோ, நடத்தையையோ, உருவத்தையோ பாவித்துக் காட்டி தம் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளும் இயல்புடையவை. விஷமில்லாத தண்ணீர்ப் பாம்புகள் விஷப்பாம்புகளைப்போல் சீறுகின்றன. இதனால் மற்றப் பிராணிகள் பயந்து இவற்றைத் தவிர்த்து அப்பாற்போகும்; இவைகள் தப்பித்துக் கொள்ளும். வழலைப் பாம்புக்கு விஷம் இல்லை. இது தோற்றத்தில் கட்டு விரியனைப்போல் வெண்மையான பளபளப்பான பட்டைகளை யுடையது. இதனால் வேறு பிராணிகள் இதைக் கட்டுவிரியன் என்று எண்ணிப் பயந்து இதனைவிட்டு அகலும். சில பட்டாம் பூச்சிகள், ஈக்கள் முதலியவை உருவத்திலும் தோற்றத்திலும் குளவிகளைப் போன்று இருப்பதனால் அவற்றின் எதிரிகள் அவைகளினிடம் நெருங்க அஞ்சும். எனவே இவ்வகை ஜந்துக்கள் குளவிகளைப் போல் பாவனை செய்து எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. இவ்விதம் பலமற்ற பிராணிகள் அபாயமுள்ள பிராணிகளைப் போல் நடிப்பதற்கு அல்லது ஒரு பிராணி இன்னொரு பிராணியோடு நெருங்கிய வடிவு ஒப்புமை கொண்டிருத்தலுக்கு **அனுகரணம்** (mimicry) என்று பெயர்.

தற்காப்புக்கான பிரத்தியேக அமைப்புகள்—விஷமும், விஷ உறுப்புக்களும்: தங்களைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளவும், விரோதிகளை எதிர்க்கவும், தங்கள் உணவைத் தேடிக்கொள்ளவும் சில பிராணிகளுக்கு விஷ உறுப்புக்கள் உண்டு. இப்பிராணிகள் தம்மிடமுள்ள விஷக்கருவியால் விரோதிகளைத் தாக்கி அவைகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. தேள், பாம்பு, தேனீ, குளவி, பூரான் முதலியவை இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவை. தேளின் வாலின்முனை கொடுக்கு எனப்படும். இது, குறுகிய வாலின் நுனியில், அடி பரந்து நுனி சிறுத்து கூர்மையாயுள்ளது.

அகன்ற பாகத்தில் விஷம் நிரம்பியிருக்கிறது. இவ்விஷம் நுண்ணிய துவாரங்களின் வழியாய்க் கொடுக்கின் நுனிக்குச் செலுத்தப்படுகிறது. தேளுக்கு ஒரு ஜதை முன்கைகள் உண்டு. இடுக்கி போன்ற இக்கைகளின் உதவியால் தேள் தனது இரை



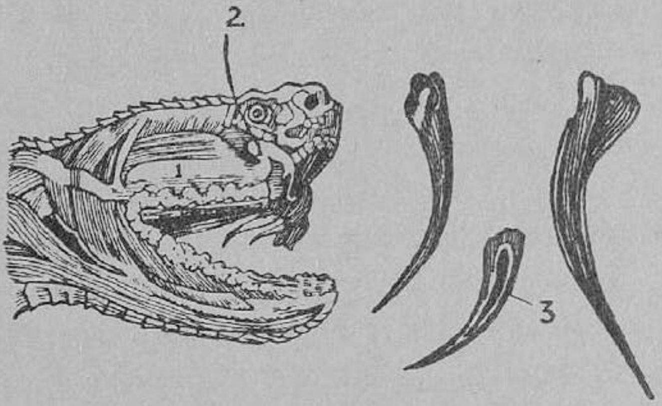
படம் 63. தேளும் அதன் விஷக் கருவியும்
1. விஷப் பை, 2. கொடுக்கு முனை

யைக் கெட்டியாகப் பற்றி, கொடுக்கை வளைத்துக் கொட்டி, விஷத்தை உட்செலுத்தி இரையைக் கொன்றுவிடும்.

சில பாம்புகள் விஷப் பையைப் பெற்றுள்ளன. நல்ல பாம்பு, கட்டுவிரியன் முதலியவைகளுக்கு விஷ உறுப்புக்கள் அவைகளின் வாயில் அமைந்திருக்கின்றன. விஷ உறுப்பில் மூன்று பாகங்கள் உண்டு. அவை விஷப் பைகள், விஷக் குழாய் அல்லது விஷநாளம், விஷப் பற்கள் என்பனவாம்.

நல்ல பாம்பிற்குப் பக்கத்துக்கு ஒன்றுக, தலையில் கண்களுக்குக் கீழ் பின்புறத்தில் இரண்டு விஷப் பைகள் உள்ளன. இப்பைகளிலிருந்து குழாய்கள் நச்சுப் பற்களுக்கு வருகின்றன. விஷப் பைகளிலிருக்கும் விஷம் இக்குழாய்களின் வழியே விஷப் பற்களுக்குச் செல்லுகிறது. விஷப் பாம்பு ஒரு பிராணியைக் கடிக்கும்பொழுது, விஷப் பற்களால் பற்றி அப்பிராணியின் உடலில் காயப்படுத்தி, நச்சுப் பையை அமுக்கி, கடித்த இடத்தில் விஷத்தைச் செலுத்தி அதன் தேகத்திலுள்ள

ரத்தத்துடன் கலக்கச் செய்யும். டாக்டர்கள் நோயாளிகளின் தேகத்தில் மருந்தைச் செலுத்துவதற்குத் துவாரமுள்ள



படம் 64. பாம்பின் விஷக்கருவி
1. விஷப்பை, 2. குழாய், 3. கால்வாய் உள்ள விஷப்பல்

ஊசியை உபயோகிப்பதுபோல், பாம்பு இப்பற்களை உபயோகிக்கிறது.

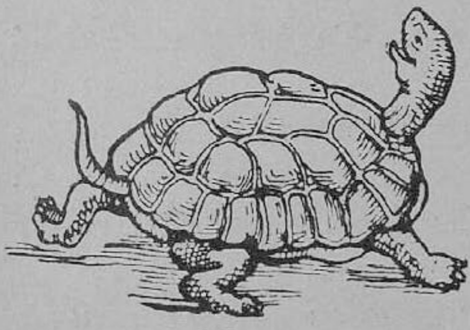
தேனீ, குளவி முதலியவைகளுக்கும் விஷக் கொடுக்குகளிருக்கின்றன. பூரானுக்குத் தாடையில் விஷம் அமைந்துள்ளது. கம்பளிப் பூச்சிக்கு அரிப்பு உண்டாக்கும் ரோமங்கள் இருக்கின்றன.

பிரத்தியேகமான மேற் போர்வைகள் : சில பிராணிகள் தங்களைக் காப்பாற்றிக் கொள்ளப் பல்வேறு பிரத்தியேக அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில பிராணிகள் கூரான கொம்புகளாலும், சில கூரான நகங்களாலும், இன்னும் சில விஷ உறுப்புக்களாலும், மற்றும் சில அவைகளின் மேற் போர்வைகளாலும் தங்கள் விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன. பிராணிகளின் தோல், உடல் உறுப்புக்களைக் காப்பதுடன் விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளவும், வெளிப்புற சீதோஷ்ண நிலை மாறுபாட்டினால் பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதற்கும் உதவியாகிறது. மண் புழுவின் தோல் மெல்லியதாகையால் இது பகற்காலத்தில் வெப்பத்தினால் பாதிக்கப்படாம

லிருக்க ஈரமான மண் குழிக்குள் மறைந்து கிடந்து, குளிர்ந்த இரவு நேரங்களில் வெளி வருகிறது. மேலும் இதன் தோலில் ஒருவித நீர் சுரக்கிறது. இந்நீர் எதிரிகளைக் கொல்ல உதவு கிறது. மீன்களுக்கும், பல்லிகட்கும் தோலில் செதில்கள் நிறைந் திருப்பதால் உடலின் வெப்பநிலை காக்கப்படுகிறது.

ஆமை : நீரிலும் நிலத்திலும் வாழும் பிராணிகளில் ஆமை ஒன்று. தண்ணீரில் காணப்படும் ஆமைக்கு நீந்துவதற்குத் தகுந்த காலமைப்பும், நிலத்தில் வாழும் ஆமைக்குக் கால்களில் நகங்களை யொத்த உறுப்புக்களும் உண்டு. இவ்விருவித ஆமை களுக்கும், போர் வீரர்களுக்கு உதவியாயுள்ள கவசம் போன்ற மேல் ஓடு இயற்கையிலேயே அமைந்துள்ளது.

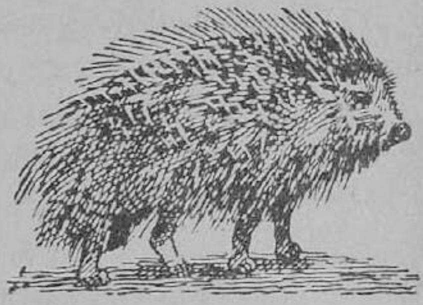
ஆமையின் மேல் ஓடு, அசையாதபடி இணைக்கப்பட்டுள்ள எலும்புக் கூடுகளாகிய முதுகெலும்பும் விலா எலும்புகளும் சேர்ந்த பட்டையான எலும்புத் தொகுதி. எலும்புகள் கூடுவ தால் உண்டாகும் மற்றொரு ஓடும் ஆமையின் வயிறு பாகத்தில் அமைந்துள்ளது ; இது கீழ் ஓடு. இது மேல் ஓட்டைப்போல் உறுதி யானதல்ல. இத் தகடுகளாகிய செதில்கள் வெளியே தெரியாதபடி மெழுகுபோன்ற ஒருவிதக் கட் டிக் கொழுப்புப் பொருளால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. எனவே ஆமையின் உடல் முன்னும் பின்னும் திறந்துள்ள ஒரு பெட்டியினுள் இருப்பதுபோல் அமைந்துள்ளது. விபத்துக் காலங்களில் ஆமை தலையையும் கால்களையும் ஓட்டிற்குள் இழுத்துக் கொள்ளும். ஆதலால் ஆமை தன் மேலுள்ள கெட்டியான ஓட்டினால் தன்னைப் பாது காத்துக்கொள்கிறது.



படம் 65. ஆமை

முள்ளம் பன்றி : இதன் மேல் தோல், ஒரு தனிப்பட்ட அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. தோலின்மீது நீண்ட கூர்மை யான முட்கள் போன்ற ரோமங்கள் நிறைந்து காணப்படு

கின்றன. இம்முட்களாகிய ரோமங்களே இப்பிராணிக்குத் தற்காப்பிற்கான சிறந்த ஆயுதமாகும். விரோதிகளைக் கண்டதும் இது தன் உடலை ஒரு பந்து போலச் சுருட்டிக் கொள்ளும். அப்பொழுது இது ஒரு முட்பந்தைப் போல் காணப்படுமாதலாலும், முட்கள் குத்தக்கூடிய தன்மையுடையனவாதலாலும், விரோதிகள் இதைத் தாக்கப் பயந்து விலகிச் சென்றுவிடும்.



படம் 66. முள்ளம் பன்றி

முள்ளெலியும் இது போலவே முட்களாலான ஓர் அமைப்பைப் பெற்று, தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

கேள்விகள்

1. வெப்ப ரத்தப் பிராணிகள், குளிர் ரத்தப் பிராணிகள்—இவைகளின் தன்மை என்ன ?

2. நீண்ட ரோமம் உள்ள பிராணிகளுக்கு ரோமம் எவ்வாறு பயன்படுகிறது ?

3. பிராணிகளின் நிறம் தற்காப்புக்காக உதவுகிறது என்பதை உதாரணத்துடன் விளக்கு.

4. தற்காப்பு நிறம் என்றால் என்ன ?

5. அனுகரணம் என்றால் என்ன ? உதாரணத்துடன் விளக்குக.

6. கிளி, பாம்பு, குளவி இவை எவ்வாறு விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளுகின்றன ?

7. வெட்டுக்கிளி, குச்சிப்பூச்சி இவைகள் காப்புநிறம் பெற்றுள்ளவை என்பதை விளக்குக.

8. பாம்பு, தேள் இவைகளுக்கு விஷம் எங்குள்ளது ?

9. சூழ்நிலையை ஒத்த நிறத்தையுடைய பிராணிகள் இரண்டினைக் கூறுக.

10. பிராணிகளிடம் விஷ உறுப்புக்களிருப்பதால் அவைகளுக்கு உண்டாகும் அனுகூலமென்ன ?

11. ஆமை விரோதிகளிடமிருந்து தன்னை எவ்விதம் காத்துக்கொள் கிறது?

12. முள்ளம்பன்றி, ஆமை இவைகளின் மேற்போர்வைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுதுக.

13. காப்பு நிறம், அனுகரணம், விஷக் கருவிகள், மேற்போர்வைகள் இவ்விதத் தற்காப்புகளைக் கொண்டு தம்மைக் காப்பாற்றிக்கொள்ளும் பிராணிகள் வகைக்கு மூன்று கூறுக.

12. பட்டுப் புழுவும் பட்டும்

முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கும் பூச்சி இனங்களில் பொது வாக முட்டைகளிலிருந்து குஞ்சு வெளி வரும்பொழுது, தங்கள் தாய்களின் உருவத்தைப் பெறுமல் வேறு உருவங்களையும் பழக்க வழக்கங்களையும் உடையனவாயிருந்து, பல உருமாற் றங்களை அடைந்து, முடிவில் தங்கள் இன ரூபத்தைப் பெறு கின்றன என்றும், இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தது வண்ணத்திப் பூச்சி என்றும் கீழ் வகுப்பில் படித்தீர்கள். மேலும், வண்ணத் திப் பூச்சி முதலில் கம்பளிப் புழுப் பருவத்தை அடைந்து, பிறகு கூட்டுப் புழுவாக மாறுகிறதென்றும், அப்பருவத்தில் உடம்பில் உண்டாகும் ஒருவிதப் பசையினுல் தன்னைச் சுற்றி மெல்லிய நூலால் ஒரு கூடுகட்டிக்கொண்டு உணவின்றி அசைவற்றிருந்து பல மாறுதல்களை அடைந்து பூர்த்தியான உருவத்துடன் கூட்டைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளி வருகிறது என்றும் கற்றீர்கள்.

இரவு வேளைகளில் விளக்கில் வந்து விழும் அந்திப் பூச்சிகளும் இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தவையே. எனினும், அந்திப் பூச்சி இரவில் சஞ்சரிப்பதால் இதற்கு நிறப் பளப்பளப்பு இல்லை. இதுவும் கூட்டுப் புழுப் பருவத்தில் கூடுகளைக் கட்டு கிறது. ஆனுல் அந்திப் பூச்சியின் கூடு மட்ட ரகமான நூலா லாகியது. மேலும், இப்பூச்சிகள் பல வகைப் பட்டதாயிருத்த லால் அவை உண்டாக்கும் கூடுகளும் பல ரகப்பட்ட நூல்க ளாலானவை. பட்டுப் பூச்சியும் இவ்வினத்தைச் சேர்ந்ததே.

இவ்வகைப் பூச்சிகள் கட்டும் கூடுகள் ஒரே விதமான உயர்ந்த பட்டு நூலாலானவை. இக்கூடுகளின் நூல்தான் நமக்கு ஆடைகளாக்கப் பயன்படுகிறது.

பட்டுப் பூச்சியின் வரலாறு: பட்டுப் பூச்சிகளில் பெண் பூச்சிகள் முட்டைகளிட்டுப் பத்து நாட்கள் கழிந்ததும் முட்டைகளிலிருந்து புழுக்கள் வெளி வருகின்றன. இவை **பட்டுப் புழுக்கள்** (silk-worm) எனப்படும். இப்புழுவின் முக்கிய ஆகாரம் முசுக்கட்டை மரத்தின் (mulberry tree) இலைகள். முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் புழுவின் நீளம் சுமார் கால் அங்குலமிருக்கும்; உடல் பல வளையங்களாலாகியும், ஏழு ஜதைக் கால்கள் உடையதாயும், வெளுத்த சாம்பல் நிறமுடையதாயும் காணப்படும். இப்புழுக்கள் ஏராளமான முசுக்கட்டை இலைகளைத் தின்று ஒரு மாதத்தில் முழு வளர்ச்சி அடையும். இந்த ஒரு மாதத்திற்குள் நான்கு தடவைகள் தம் மேல் தோலை இவை உரித்துக்கொள்ளும். நான்கு நாட்களுக்கு ஒரு தடவை இப்புழு உணவு உட்கொள்ளுவதை நிறுத்தி அசைவற்றிருக்கும். இப்பொழுது மேல் தோல் உரியும்; புதுத் தோல் தோன்றும். மறுபடியும் உணவு உட்கொள்ள ஆரம்பிக்கும். இவ்விதம் நான்கு முறைகள் செய்த பிறகு புழு, முழு வளர்ச்சி யடைந்து மூன்று அங்குல நீளமுள்ளதாகும். இக்காலத்தில் பட்டுப் புழு, தான் தங்கியிருப்பதற்கென்று தானுகவே ஒரு கூட்டைத் தயாரிக்கிறது. பட்டுப் புழுவின் உடலிலிருந்து இரு சிறு குழாய்களின் மூலம் ஒரு பாகு போன்ற திரவம் மெல்லிய நூலாக வெளி வருகிறது. இந்தத் திரவம் காற்றுப் பட்டதும் இறுகும் தன்மையுடையது. கம்பளிப் புழுவின் கீழ் உதட்டிலிருந்து வெளிவரும் இத்திரவம் காற்றில் பட்டவுடன் இறுகிக் கெட்டியான நீண்ட நூலாக மாறுகிறது. நூல் நூற்கும்பொழுது இப்புழு தன் தலையைப் பக்கவாட்டில் சுற்றிச் சுற்றி அசைக்கும். இவ்விதம் மூன்று நாட்கள் செய்து தன் உடலைச்சுற்றி இந்நூலால் ஒரு கூடு அமைத்துக் கொள்ளும். இக்கூட்டிற்குப் புழுக்கூடு (cocoon) என்று பெயர். இக்கூட்டிற்குள் பட்டுப் புழு உறங்கும். ஒரு புழு இவ்விதம் ஆயிரம் கஜம் நீளமுள்ள நூலை நூற்கும்.

படம் 67. பட்டுப் புழுவின் வளர்ச்சி

1. பெண் பூச்சி முட்டையிடுதல் 2. பட்டுப் புழு

3. பட்டுப் புழு கூடு கட்டுதல் 4. புழுக் கூடு

5. கூட்டிலிருந்து எடுத்த கூட்டுப் புழு 6. ஆண் பட்டுப் பூச்சி

கூட்டிலிருக்கும் இப்பட்டுப் புழுவின் உடலில் இப்பொழுது பல உருமாற்றம் ஏற்படுகிறது. இப்பருவமே கூட்டுப்புழுப் பருவம் (chrysalis stage) எனப்படும். இப்பருவத்தில் கூட்டுப்புழு ஆகாரம் உட்கொள்வதில்லை. பத்து அல்லது பதினைந்து நாட்களுக்குள் நல்ல வளர்ச்சி யடைந்து, கூட்டின் ஒரு முனையை ஈரமாக்கி அப்பக்கத்தைத் திறந்து கொண்டு கால்களும் இறக்கைகளும் உள்ள பட்டுப் பூச்சியாக வெளிவந்து பறந்துவிடும்.

பட்டுப்பூச்சி ஒரு அங்குல நீளமுள்ளதாயும், தலை, மார்பு, வயிறு என்ற மூன்று பகுதிகளை உடையதாயும் காணப்படும். தலைப்பாகத்தில், இரண்டு கண்களும், இரண்டு நீண்ட உணர் இழைகளும், ஒரு வாயும் உள்ளன. மார்பு பாகத்தில், இருஜதை இறக்கைகளும், மூன்று ஜதைக் கால்களும் இருக்கின்றன. இறக்கைகள் செதில்களாலானவை. இவை ஒரு அங்குல நீளமுள்ளதாயும் வெளிறின பழுப்பு நிறமுள்ள கோடுகளை உடைய பல நிறமுள்ளவைகளாகவும் காணப்படும்.

பட்டுப்பூச்சி வளர்த்தல் : பட்டுப்பூச்சிகள் பட்டாடை உற்பத்திசெய்ய உதவுவதால், பட்டுப்பூச்சி வளர்த்தலும் பட்டாடைகளை நெசவுசெய்தலும் வெகு காலத்திற்கு முன்பே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தொழில்களாய் விளங்குகின்றன. முதன் முதலில் சீன தேசத்தில் இத்தொழில் பிரபலமாயிருந்தது. பிறகு ஜப்பான் தேசத்தில் பரவியது. நாளடைவில் ஐரோப்பாவிலும் பரவி, இத்தாலி, பிரான்சு முதலிய தேசங்களில் இது ஒரு முக்கியக் கைத்தொழிலாக ஆகியது. நமது நாட்டில் மைசூர், கொள்ளேகால், காஷ்மீர், வங்காளம், அஸ்ஸாம் முதலிய இடங்களில் பட்டுப் பண்ணைத்தொழில் நடந்து வருகிறது. 60°F-க்கு குறைந்தும் 90°F-க்கு மிகுந்தும் உஷ்ணநிலையுள்ள இடங்களில் பட்டுப்புழுக்கள் வளரமுடியாது. மேலும் பட்டுப்புழுக்களை வளர்க்குமிடங்களில் அவற்றின் உணவுக்காக முசுக்கட்டை மரத்தை அதிக அளவில் பயிராக்கவேண்டும். பட்டுப்பூச்சியை வளர்ப்பதற்கு வேண்டிய சீதோஷ்ண நிலைமையும் பிற வசதிகளும் அமையாத இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா தேசங்களில், ஜப்பானிலிருந்து பட்டுநூலை வரவழைத்து, ஆலைகளில் நேர்த்தி

யான ஆடைகளை நெசவு செய்யும் வேலையை மட்டும் மேற்கொள்கின்றனர்.

பட்டுத் தொழிற்சாலைகளில் பட்டுப் பூச்சியின் முட்டைகளை வெயிலிலோ அல்லது பிரத்தியேகமான அடைகாக்கும் கருவிகளிலோ (incubators) வைக்கின்றனர். முட்டைகளிலிருந்து புழுக்கள் வெளிவந்ததும், அவைகளை ஒன்றின்மீது ஒன்ருக அடுக்கப்பட்ட சட்டங்களால் செய்த மூங்கில் தட்டுகளில் வைத்து, முசுக்கட்டை இலைகளைத் துண்டுகளாக வெட்டி அத்தட்டுகளில் போடுகிருர்கள். இத்தட்டுகளை அடிக்கடி சுத்தம் செய்கிருர்கள். பட்டுப்புழுக்கள் பல தடவைகள் தோல் உரித்து, தம்மைச் சுற்றிப் புழுக்கூட்டை அமைத்துக் கொள்ளும். இவ்விதம் முழுவளர்ச்சியடைந்து கூட்டுப் புழுவாக மாறும் பொழுது, இவைகளை நூல் நூற்பதற்கென அமைக்கப்பட்ட மூங்கில் தட்டுகளுக்கு மாற்றுவார்கள். அப்பொழுது அவை, அத்தட்டுகளில் நூல் நூற்றுக் கூடுகள் கட்டும். கூடுகளிலிருந்து பூச்சிகள் தாமாகவே வெளிவரும்படி விட்டுவிட்டால் அவை கூடுகளை அறுத்துக்கொண்டு வெளிவருமாதலால் நூல் துண்டு துண்டாக அறுந்துபோகும். ஆதலால் மிகவும் நேர்த்தியானதும் ஆரோக்கியமானதும் ஆன சில கூடுகளை மட்டும் தெரிந்தெடுத்து இனப் பெருக்கத்திற்காக வைத்துவிட்டு மற்றக்கூடுகளை மூன்று அல்லது நான்கு நாட்கள் வெயிலில் உலர்த்தியோ அல்லது வெந்நீரில் போட்டோ, அல்லது கொதிநீர் ஆவியிலிட்டோ பூச்சிகளைக் கொன்றுவிடுகிருர்கள். பிறகு புழுக் கூடுகளை மிதவெப்பத் தண்ணீரில் ஊறவைத்துப் பட்டு நூலைப் பிரித்தெடுக்கின்றனர். ஒவ்வொரு கூட்டிலிருந்தும் சுமார் முந்நூறு கஜம் நூல் கிடைக்கும்.

பட்டுநூல் எடுத்தல் : பட்டுப் புழுக்களின் கூடுகளிலிருந்து நூலை எடுத்துச் சுற்றுவதற்கு இழைசுற்றுதல் என்று பெயர். ஐந்து அல்லது ஆறு நூல்களை ஒன்ருகச் சேர்த்துச் சட்டங்களில் சுற்றி நெசவாலைக்கு அனுப்புகிருர்கள். இவ்வித பட்டு நூல் கச்சாப்பட்டு (raw silk) எனப்படும். புழுக்கூட்டின் மேற் பரப்பிலுள்ள பட்டு மட்டமானது. அடிப்புறத்திலுள்ள

நூலே நேர்த்தியான சுத்தப் பட்டு. எனவே கூட்டின் மேற் பரப்பிலிருந்து எடுக்கப்படும் பட்டு இழைகளையும், கெட்டுப் போன கூடுகளிலிருந்தும், பூச்சிகள் தாமாக வெளிவந்ததால் இழை அறுந்துபோன கூடுகளிலிருந்தும் எடுக்கப்படும் பட்டு இழைகளையும் முறுக்குப்பட்டாக (spun silk)ச் செய்து உபயோகிக்கிறார்கள். சில சமயங்களில் கூடுகளின் மேற் பரப்பிலிருந்து கிடைக்கும் இழைகளைக் கழிவு பட்டாகவும் (waste silk) உபயோகிக்கிறார்கள்.

பட்டு இழைகள் அழகாயும் உறுதியாயு முள்ளவை; வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகள். இக்காரணத்தினால் தான் இவ்விழைகளை நெய்து ஆடையாக உபயோகிக்கிறோம்.

கேள்விகள்

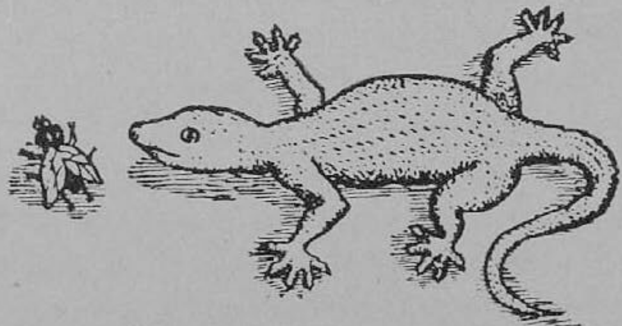
1. பட்டு நமக்கு எப்பிராணியிடமிருந்து கிடைக்கிறது?
2. பட்டுப் பூச்சியின் வளர்ச்சிப் பருவங்கள் யாவை?
3. பட்டுத்தொழில் முதன் முதலில் எத்தேசத்தில் தோன்றியது?
4. இந்தியாவில் பட்டுத்தொழில் எவ்விடங்களில் நடைபெறுகிறது?
5. பட்டுப்பூச்சி வளர்த்தலுக்கு எப்படிப்பட்ட இடங்கள் ஏற்றவை?
6. அதிக அளவில் பட்டுநூல் உற்பத்தி செய்வது எவ்வாறு?
7. பட்டுப் புழு, பட்டுநூலை எவ்வாறு தயாரிக்கிறது?
8. புழுக் கூட்டிலிருந்து பட்டுநூல் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப் படுகிறது?
9. முறுக்குப் பட்டும், கழிவுபட்டும் எதிலிருந்து, எவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகின்றன?

13. பிராணிகளின் இயக்கங்கள்

(இயக்கங்களின் வகைகள்—முக்கியத்துவம்—பல்லி, பாம்புகள், பறவைகள், நத்தை நிலப்புழு, தவளை.)

பிராணிகள் பெரும்பாலும் தங்களுக்குத் தேவையான உணவைத் தேடுவதற்கும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்வதற்கும், இடம்விட்டு இடம் பெயர்கின்றன. பிராணிகளின் இயக்கங்கள் பலவகைப்பட்டன ; ஒன்றுக்கொன்று வேறுபாடுடையன. ஆடு, மாடு, குதிரை, மனிதன் முதலியவை நடக்கின்றன ; நடப்பதோடு, சமயம் நேரிட்டால் ஓடும் சக்தியையும் பெற்றுள்ளன. தவளையும் வெட்டுக்கிளியும் குதித்துச் செல்கின்றன. மண்புழு, நத்தை, பல்லி, பாம்பு முதலியவை ஊர்ந்து செல்கின்றன. மீன்களும், வாத்து முதலிய பறவைகளும், தவளையும் தண்ணீரில் நீந்திச் செல்கின்றன. சில சமயங்களில் நாயும் மாடும் கூடத் தண்ணீரில் நீந்துகின்றன. பறவைகள் ஆகாயத்தில் பறந்து சஞ்சரிக்கின்றன. உடல் பளுவுக்குத் தகுந்த இறக்கைகளில்லாத சில பறவைகள் வேகமாக ஓடுகின்றன. நெருப்புக் கோழி என்னும் தீப்பறவை இவ்வினத்தைச் சேர்ந்தது. இப்பாடத்தில் சில பிராணிகளின் இயக்கங்களைப்பற்றிக் கவனிப்போம்.

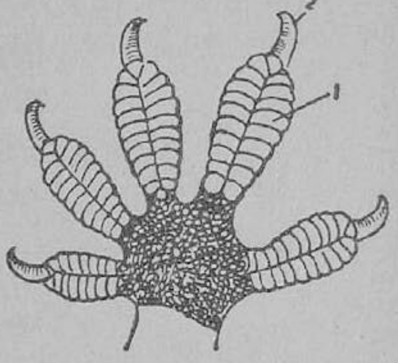
பல்லி : செங்குத்தான சுவர்களிலும் வீட்டுக் கூரைகளிலும்



படம் 68. பல்லி

வழுக்கிவிழாமலும், தலைகீழாகவும், ஊர்ந்து செல்லும் சக்தியுடை

யது பல்லி. இது தன்னுடைய மெல்லிய கால்களால் சஞ்சரிக்கிறது. கால்கள் அதன் இயக்கத்திற்கேற்ப அமைந்திருக்கின்றன. பல்லி சஞ்சரிக்கும்போது அதன் வயிறு தரையில் படுகிறது. பல்லிக்கு ஒவ்வொரு காலிலும் ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. இவ்விரல்களின் அடியில் ஒருவகை மெல்லிய தோல் மடிப்புகள் அமைந்திருக்கின்றன. இம் மடிப்புக்களுக்கிடையே காற்று நிறைந்துள்ளது. பல்லி, தன் விரல்களை ஏதாவது ஒரு சுவரின்மீது வைத்து அழுத்தும்போது மடிப்புக்களுக் குள்ளிருக்கும் காற்று வெளிச்சென்று, அதன் கீழ்ப்பாகம் காற்றில்லாத வெற்றிடமாக ஆகிறது.

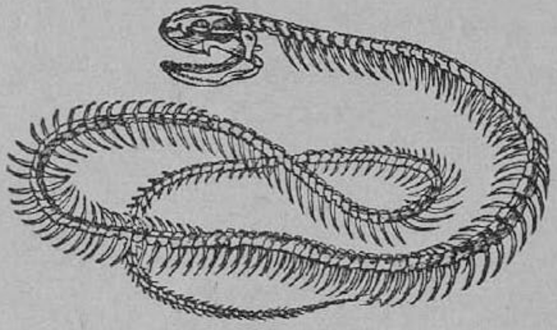


படம் 69.
பல்லியின் பாத அமைப்பு
1. தோல் மடிப்புகள்
2. நகம்

இதனால் வெளிக்காற்று விரல்களைச் சுவருடன் அழுத்தி, பல்லி கீழே விழாமல் செய்கிறது. ஆதலால் தான் பல்லி கூரைகளில் தலை கீழாகவும் சுவர்களில் செங்குத்தாகவும் சஞ்சரிக்க இயலுகிறது.

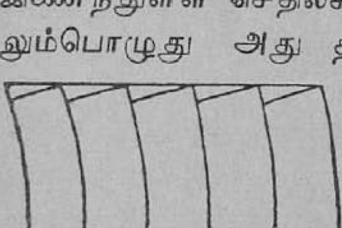
பாம்புகள் : பாம்புக்குக் கால்கள் கிடையா. எனினும் இது மிக விரைவாகத் தன் வயிற்றினால் ஊர்ந்து செல்கிறது. புதர்களுக்குள் நுழைவதற்கும், பொந்துகளில் புகுவதற்கும் கால்கள் இல்லாதிருப்பது உதவியாகிறது. கால்கள் இருக்குமாயின் இவ்வித இயக்கத்திற்குத் தடையாகவே முடியும். பாம்பின் மார்பு ஒழுங்கான தகடுகளாகிய செதில்களாலானது. இச்செதில்கள் முதுகுப் பக்கத்தில் சிறியவையாயும், வயிற்றுப் பக்கம் அகலமாயுமிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு செதிலுடனும் இரண்டு விலா எலும்பு முனைகள் இணைந்திருக்கும். பாம்புக்கு ஒரு நீளமான முதுகெலும்புள்ளது. இதனுடன் விலா எலும்புகள் பந்து கிண்ண மூட்டுகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. விலா எலும்புகளின் கீழ்முனைகள் மார்பு பக்கத்திலுள்ள செதில்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முதுகு எலும்புகளுடன்

சேர்ந்துள்ள விலா எலும்புகள், தசைகளின் உதவியால் முன்னும் பின்னும் அசையக்கூடியவை. ஆதலால் இவைகளுடன்



படம் 70. பாம்பின் எலும்புக்கூடு

இணைந்துள்ள செதில்களும் அசையும். பாம்பு தரையில் செல்லும்பொழுது அது தன் முன்உடலை நீட்டி, பின் உடலை முன்னுக்கு இழுக்கும். செதில்களால் தரையிலுள்ள சொர சொரப்பான இடங்களைப் பலமாகப் பற்றிக் கொண்டு, விலா எலும்புகளை அசைத்து, செதில்களை நகர்த்தி, உடம்பை நகர்த்தும். இவ்விதம் விலா எலும்புகளைக் கொண்டும், வயிற்றுப் புறச் செதில்களைக் கொண்டும் பாம்பு உடலை வளைத்து வளைத்து வேகமாக ஊர்ந்து செல்லும். செதில்களால் தரையைப் பற்றிக்கொள்ள வேண்டி யிருப்பதால், பிடிப்புக் கிடைக்காத கண்ணுடி போன்ற வழவழப்பான பரப்பிலோ அல்லது தரையிலோ பாம்பு ஊர்ந்து செல்ல முடியாது.

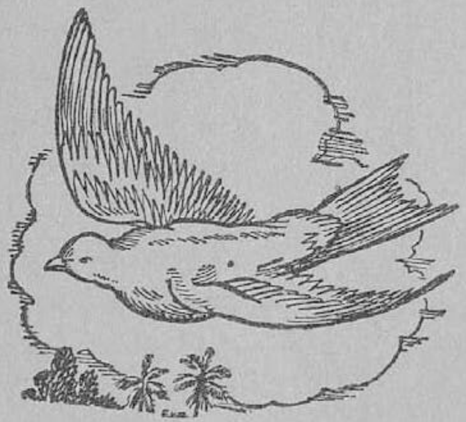


படம் 71. பாம்பின் மார்புப்புறச் செதில்கள்

பறவைகள் : மீன்களுக்குத் தண்ணீரில் நீந்திச் செல்வதற்கேற்றவாறு உடலமைந்திருப்பதுபோல், பறவைகளுக்கு ஆகாயத்தில் காற்றில் நீந்துவதற்கேற்றவாறு உடல் அமைந்திருக்கிறது. பறவைகள் பறப்பதற்கு முக்கிய சாதனங்களாயிருப்பவை இறக்கைகள் ஆகும். மேலும் தண்ணீரைப் பிளந்து

செல்லும் படகைப்போல் காற்றைப் பிளந்து செல்லுமாறு பறவையின் உடல், படகைப்போன்ற உருவத்தையும் லேசான உடலேயும் பெற்றிருக்கிறது. பறவையின் எலும்புகளின் உட்புறம் குழலாயிருப்பதால் எலும்புகள் லேசாக இருக்கும்.

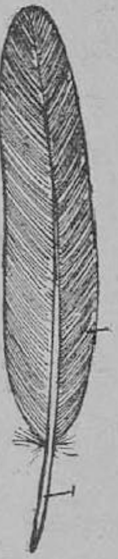
படம் 72.
பறவையின் இறக்கை
1. இறகுகள், 2, 3, 4.
இறக்கை எலும்புகள்



படம் 73.
பறவை பறத்தல்

இறக்கைகள் : மனிதனுக்குக் கை எவ்விதம் உதவுகிறதோ அதேபோல, இறக்கைகள் பறவைகளுக்கு உதவுகின்றன. பறவைகளின் இறக்கைகள் பல இறகுகள் சேர்ந்து அமைந்தவை. இவை முன்கால் எலும்புகளுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. எலும்புகளில் மூட்டுக்கள் உள்ளதால் இறக்கைகளைப் பிரிக்கவும் மடக்கவும் கூடும். இறக்கைகளை அசைக்க உதவிசெய்வது பறவைகளின் உடல் தசைகள். பறவை தன் இறக்கைகளைக் காற்றில் அடித்து, காற்றைக் கீழ்நோக்கித் தள்ளி, தரையிலிருந்து மேலே செல்லும். முன்னேக்கிச் செல்லவேண்டுமானுல் இறக்கைகளைச் சாய்த்துக் காற்றைப் பின்னேக்கித் தள்ளும். வால்புறம் உள்ள சிறகுகள் சுக்கானைப்போல் திசை திரும்பிச் செல்ல உதவுகின்றன.

பறவையின் இறகுகள் : பறவையின் இறகின் நடுவில் ஒரு கெட்டியான உறுதியான தண்டும் (stem), அதன்கீழ் இறகடிமுருந்தும் (quill), தண்டிலிருந்து நூலைப்போன்ற மெல்லிய சுணைகளும் (barbs) அமைந்துள்ளன. இறகடிமுருந்து குழாய் போன்று நுனியில் ஒரு சிறு துவாரத்தை யுடையது. பறவையின் உடலோடு இறக்கை களைப் பிணைப்பது இப்பாகம். சுணைகளில் கொக்கிகள் போன்ற சிறு சுணைகள் உள்ளன. இவை ஒன்றோடொன்று காற்றுப்புகாதபடி சேர்ந்து ஒரு பரப்பை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு இறகுப் பரப்பு (vane) என்று பெயர். இப்பரப்பே பறவை பறக்கும்போது காற் றைத் தடுக்க உதவியாகிறது. பறவையின் உடலில் ஒருவித எண்ணெய் சுரக்கிறது. இது இறகுகளைப் பளபளப்பாகவும், மிருதுவாக வும் இருக்கும்படி செய்து பாதுகாக்கிறது. எனவே, பறவைகள் மழையில் நனைந்தாலும் அவற்றின் இறகுகள் ஈரமாவதில்லை.

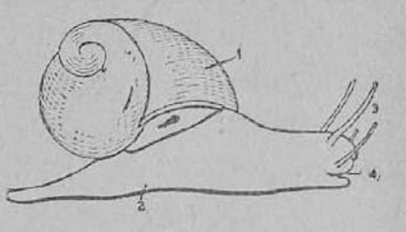


படம் 74.
ஓர் இறகு
1. இறகடி முருந்து
2. சுணைகள்

சில பறவைகளின் உடல் பளுவாயிருப்பதால் இறக்கைக ளிருந்தும் அவற்றால் பறக்க முடிவதில்லை. நெருப்புக்கோழி இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. ஆதலால், விரைவாக ஓடுவதற் கேற்றவாறு இதற்கு நீண்ட கால்கள் உள்ளன. வாத்தைப் போன்ற பறவைகளின் கால்விரல்கள், தோலினால் இணைக்கப் பட்டுள்ளதால் வாத்திற்குத் தண்ணீரில் நீந்த அனுகூலமாயிருக் கின்றன.

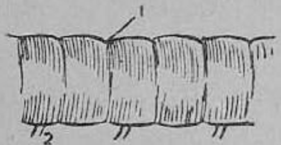
நத்தை : தரையில் ஊர்ந்து செல்லும் பிராணிகளில் நத்தை ஒன்று. இதற்குத் தட்டையாயும் அகலமாயும் ஒரு பாதம் அமைந்துள்ளது. பாதத்தில் குறுக்கும் நெடுக்கும் கணக்கற்ற தசைநார்கள் பொருந்தியுள்ளன. இத்தசைகளை மாற்றி மாற்றி நீட்டிச் சுருக்கி நத்தை நகர்ந்து செல்கிறது. நத்தை ஊர்ந்து செல்லுகையில் அதன் உடலிலிருந்து பசைபோன்ற ஒரு வெண்

மையான திரவம் வாயின் வழியாக வெளிவந்து பாதத்திற்கும் தரைக்கும் நடுவே ஊற்றப்படுகிறது. இதனால் தரை வழுவழுப்பாக ஆவதால் நத்தை சிரமமில்லாமல் ஊர்ந்து செல்ல வசதியாகிறது. நத்தைக்குத் தன் வேகத்தை மாற்றிக்கொண்டோ, பின்நோக்கியோ செல்ல இயலாது.



படம் 75. நத்தை
1. கூடு 2. பாதம்
3. உணர்ச்சிக் கொம்புகள்
4. வாய்

மண்புழு : கால்கள் இல்லாமல் ஊர்ந்து செல்லும் பிராணிகளில் மண்புழுவும் ஒன்று. இது தன் வயிற்றினால் நகர்ந்து செல்கிறது. இதன் உடலில் பல தசை வளையங்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வளையங்களில் சிறு முட்கள் போன்ற உறுப்புக்கள் உள்ளன. இதன் உடலின் மேற்புறமாகிய தோல் பல தசை நார்களாலாகியது. இத்தசைகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக இரண்டு அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. கீழடுக்கு நீள வாட்டிலும், மேலடுக்கு உடலைச்சுற்றி வட்டமாகவும் இருக்கின்றன. ஊர்ந்துசெல்லும் பொழுது, மண்புழு வட்டமான தசை நார்களைச் சுருக்குகிறது. உடலின் பருமன் சிறுத்து முன்னுக்கு நீளுகிறது. ஆதலால் இது உடலை நீட்டி முன்னேக்கிச் செல்கிறது. நீண்ட முன்பாகத்திலிருக்கும் முட்கள் போன்ற ரோமங்கள் தரையைப் பற்றிக்கொள்கின்றன. பிறகு இது நீளவாட்டில் உள்ள தசைநார்களைச் சுருக்குகிறது. இப்பொழுது உடலின் நீளம் குறுகுகிறது. உடலின் பின் பகுதி முன்னுக்கு இழுக்கப்படுகிறது. இவ்விதம் மீண்டும் மீண்டும் இயக்கங்களை உண்டாக்கிக்கொண்டு மண்புழு தரையில் ஊர்ந்து செல்கிறது. ஆதலால், மண்புழு உடலின் முன்பாகத்தை நீட்டியும், பின்பகுதியை முன்நோக்கி இழுத்தும், முட்கள்



படம் 76. மண்புழுவின் உடலமைப்பு
1. தசை வளையம்
2. முட்கள் போன்ற உரோமங்கள்

போன்ற ரோமங்களால் தரையைப் பற்றிக்கொண்டும், நகர்ந்து செல்கிறது. இதன் முட்களாகிய ரோமங்கள் பற்றிப் பிடிக்க முடியாத வழவழப்பான கண்ணடி போன்ற பரப்புகளின்மீது மண்புழு நகர முடியாது.

தவளை : இது நிலத்திலும் நீரிலும் வசிக்கும் பிராணியாகும். ஆதலால் இதற்கு 'இரட்டைச் சரம்' என்ற ஒரு பெயரும் உண்டு. எனவே நீரில் நீந்திச் செல்வதற்கும் நிலத்தில் குதித்துச் செல்வதற்கும் ஏற்ப தவளையின் கால்கள் அமைந்துள்ளன. தவளையின் பின் கால்கள் முன் கால்களைவிட நீளமானவை. பின் கால்களிலுள்ள விரல்கள் மெல்லிய தோலினல் இடைவெளியில்லாமல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆதலால், தவளை இக்கால்களைத் தண்ணீரில் நீந்துவதற்குத் துடுப்புக்களைப்போல் உபயோகிக்கின்றது. பின்கால்களி லிருப்பதுபோன்று முன் கால் விரல்கள் தோலினல் பிணைக்கப்படவில்லை. ஆதலால் இக் கால்கள் தண்ணீரில் நீந்துவதற்கு உபயோகமாகா. தவளை நீந்தும்பொழுது முன் கால்களை உடலோடு நெருக்கமாகப் பொருத்தி வைத்துக்கொண்டு, பின் கால்களை நீட்டி முன்னும் பின்னும் அசைத்து, தண்ணீரை உதைத்து நீந்துகிறது. நிலத்தில் சஞ்சரிக்கும்பொழுது தவளை குதித்துக் குதித்துத்தான் செல்லும். அதற்கேற்பப் பின் கால்கள் பலமானவை. பின்கால்களைத் தசைகளின் உதவியால் திடீரென நீட்டித் தரையை உதைத்து, காற்றில் எழும்பித் தாண்டுகிறது. மறுபடி தரையை அடையும்பொழுது முன் கால்களைத் தரையில் ஊன்றுகிறது. இவ்விதம் செய்வதால் அதன் உடலுக்கு அதிர்ச்சி ஏற்படாமல் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

படம் 77. தவளை

கேள்விகள்

1. செங்குத்தான சுவர்களிலும் கூரைகளின் உட்பக்கங்களிலும் செல்லும்பொழுது பல்லி கீழே விழுவதில்லை. இது எவ்வாறு இயலுகிறது?

2. பாம்புக்குக் கால்கள் போன்ற உறுப்புக்கள் யாவை? பாம்பு அவற்றை எவ்விதம் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது?

3. பறவைகள் காற்றில் பறந்து செல்வதற்கு அனுகூலமான உடலமைப்புகள் என்ன?

4. ஒரு பறவையினுடைய இறகின் அமைப்பை விவரி.

5. பறவையின் வால் இறகு, பறவைக்கு எவ்விதம் உதவுகிறது?

6. நத்தை எவ்விதம் இடம்விட்டு இடம் பெயர்கிறது?

7. தவளையின் இருவித இயக்கங்களை விவரி.

8. மண்புழுவின் உடல், அதன் இயக்கத்திற்கேற்ப எவ்விதம் அமைந்திருக்கிறது?

9. மண்புழு வழவழப்பான தரையில் செல்ல முடியாததேன்?

10. தண்ணீரில் நீந்தும் பறவைகளுக்கு உள்ள விசேஷ அமைப்பு யாது?

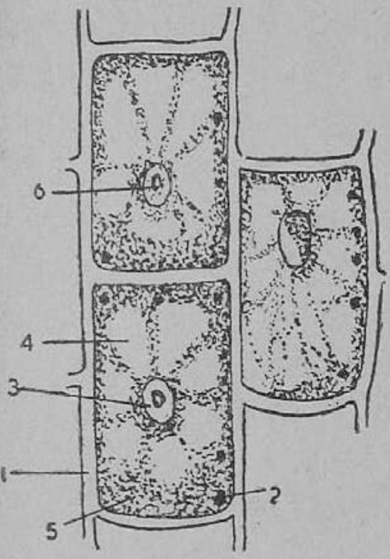
III. தாவர சாஸ்திரம்

14. தாவர ஸெல்கள்

(புரோட்டொப்பிளாஸத்தின் அடிப்படையான குணங்கள்—ஒரு ஸெல் அங்கஜீவிகள்—பல ஸெல் அங்க ஜீவிகள்.)

தாவர ஸெல்களின் அமைப்பு : இவ்வுலகிலுள்ள பொருள்களை உயிருள்ளவை, உயிரற்றவை என்ற இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். உயிரற்றவையைத்தான் ஜடப்பொருள்கள் என்கிறோம். உயிருள்ளவை **பிராணிகள்** (animals), **தாவரங்கள்** (plants) என்ற இரு பிரிவுகளாகக் காணப்படுகின்றன. மனித உடல் கணக்கற்ற **ஸெல்கள்** (cells) அமைந்து ஆக்கப்பட்டுள்ளதென்று பார்த்தோம். பிற பிராணிகளின் உடலமைப்பும் தாவரங்களின் அமைப்பும் இவ்வாறே உள்ளன.

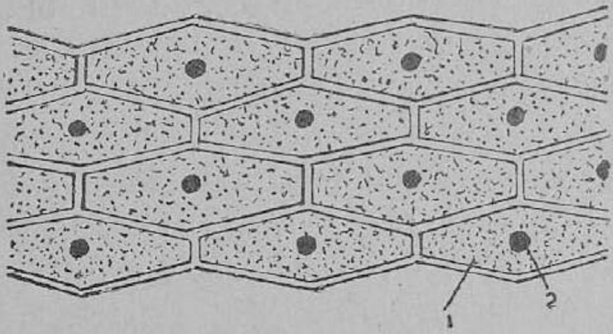
செல்கள் நுட்பமானவை. மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவி யின்றி இவைகளைக் காண முடியாது. ஆனால் சக்தி வாய்ந்த ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பின் மேடைமீது ஓர் இளஞ் செடியின் தண்டு, வேர், இலை போன்ற பகுதியை மெல்லிய சீவலாக வெட்டி வைத்துப் பார்த்தால், தாவர செல்களைக் காணலாம்.



படம் 78.
தாவர செல்களின் அமைப்பு
1. செல் சுவர்,
2. குளோரோவில்
3, 6. உட்கரு
4. நுண் குமிழி
5. சைட்டோ பிளாஸம்

தாவரங்கள் பெரும்பாலும் செவ்வக வடிவமான செல்களால் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சில தாவர செல்கள் வேறு உருவங்களையும் பெற்றிருக்கும். வெங்காயத்தின் மெல்லிய தோலை மைக்ரோஸ்கோப்பில் பார்த்தால் அதன் செல்கள் ஆறு பக்கங்களுடைய உருவமாக இருக்கும். ஒவ்வொரு செல்லிலும் இரண்டு பகுதிகள் உண்டு. செல்லைச் சூழ்ந்துள்ள மெல்லிய படலம் **செல் சுவர்** (cell wall) எனப்படும். இதில் கூழ் போன்ற **புரோட்டொப்பிளாஸம்** (protoplasm) என்ற திரவம் நிரம்பியுள்ளது. புரொட்டொப்பிளாஸத்தின் மையப் பகுதி சற்றுக் கறுத்த கோளம் போன்ற **உட்கரு** (nucleus) என்ற பகுதியாகும். எஞ்சிய பாகத்தில் **சைட்டோப்பிளாஸம்** (cytoplasm) என்ற தடித்த திரவமும், வெவ்வேறு நிறங்களுடைய **பிளாஸ்டிடுகளும்** (plastids) உள்ளன. இந்தப் பிளாஸ்டிடுகள் இலை செல்களில் பசுமை நிறந்தரும் **பசுங்கணிகம்** அல்லது **குளோரோவில்** (chlorophyll) ஆக இருக்கும். வேறு சில செல்களில் வெண் கணிகங்களாக இருக்கலாம்; மலர்களின் செல்களில் மஞ்சள், சிவப்பு, ஊதா முதலிய வேறு நிறமுடைய பிளாஸ்டிடுகளும் உண்டு. புதிய தாவர செல்களில், உட்கரு

மையத்திலிருக்கும் ; நாட்பட்ட ஸெல்களில் இது ஒரு ஓரமாக இருப்பதுண்டு. வளர்ச்சியடைந்த ஸெல்லில் சில நுண் குமிழ்கள் (vacuoles) உண்டாகும். இவை காலியிடங்களாக இருந்து,



படம் 79. வெங்காயத்தின் ஸெல்கள்
1. புரோட்டொப் பிளாஸம் 2. உட்கரு

பிறகு **ஸெல் ரசம்** (cell sap) என்ற உணவுக் கரைசலால் நிரம்பும். பல ஸெல்களின் நுண் குமிழ்கள் தொடர்ந்து குழாய் களாகும்.

புரோட்டொப் பிளாஸத்தின் இயல்புகள் : புரொட்டொப் பிளாஸம் என்பது பெரும்பான்மை **புரோட்டீன்** (protein) என்ற உணவுப் பகுதியும், சிறுபான்மை கார்போ ஹைடி ரேட்டும் கொழுப்பும் சில உப்புக்களும் அமைந்த ஒரு கூழ் போன்ற திரவம். இதில் 90% தண்ணீரும், எஞ்சியது மேற் கூறிய பொருள்களுமாம். இதற்கு உயிர்த் தன்மை இருப்ப தால், இது ஜடப்பொருள்களின் கலப்புப் போன்ற பொரு ளன்று. ஒளி, வெப்பம் முதலிய சக்திகளால் தூண்டப்படும் பொழுது (stimulus), அது **பிரதிவினை** (response) புரியக் கூடியது. அப்பொழுது புரோட்டொப்பிளாஸ திரவம் மைய மாகக் குவியும் ; தூண்டல் நீங்கினால் புரோட்டொப்பிளாஸம் திரும்பவும் பரவும்.

ஸெல்லின் மையப் பகுதியான உட்கரு மிகவும் முக்கியமான பாகமாகும். ஸெல்லின் செயல்களுக்கெல்லாம் பிறப்பிடமா யிருப்பது உட்கரு என்ற பகுதியே. முக்கியமாக, ஒரு ஸெல்லி

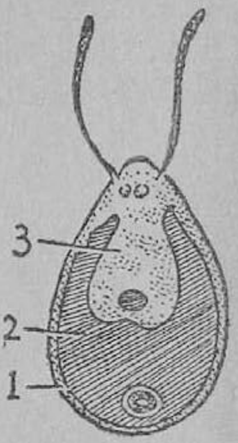
லிருந்து பிறக்கும் மற்றொரு ஸெல்லுக்கும் அதே இயல்புகள் பரம்பரையாக ஏற்படுவதற்கு உட்கருவே காரணம் என்று தெரிகிறது. ஒரு தாவரத்தின் குணங்கள் அதிலிருந்து பிறக்கும் புதிய தாவரங்களுக்கும் ஏற்படுவதற்கு, உட்கருவே காரணமாம்.

ஸெல் பிரிவு : இளஞ்செடிகள் வேகமாக வளரும்பொழுது (அல்லது வளர்ந்த தாவரத்தில் புதிய இலைகள், மலர்கள், கிளைகள், வேர்கள் உண்டாகும்பொழுது) புதிய ஸெல்கள் உண்டாகின்றன. இது **ஸெல் பிரிவு** (cell division) முறையால் ஏற்படுகிறது. ஒரு ஸெல் பூர்த்தியாக வளர்ச்சியுற்றவுடன் உட்கருவில் சலனம் ஏற்பட்டு, அதிலுள்ள பல வர்ணத் துணுக்குகள் இழைகள் போலாகும். உட்கரு நீண்டு, இரண்டாகப் பிரியும் ; இவற்றை இணைக்கும் **வர்ண இழைகள்** (chromosomes) நடுவில் அறுந்து, ஒவ்வொரு பகுதி உட்கருவுக்குள் அடங்கும். இப்பொழுது இடையே ஒரு குறுக்குச் சுவர் தோன்றும்; ஒரு ஸெல் இரண்டாகிவிடும். இந்த ஸெல்கள் உணவுப் பொருள்களை உட்கொண்டு மேலும் வளரும் ; மறுபடியும் பிரியும். தாவர வளர்ச்சிக்கு ஸெல் பிரிவு இன்றியமையாதது.

பெரிய தாவரங்கள்கூட ஒரு ஸெல்லிலிருந்துதான் தம் வாழ்க்கையைத் தொடங்குகின்றன. மலரில் கருவுறுதல் நடக்கும் பொழுது, ஒரு மகரந்த அணுவும் சூலகத்திலுள்ள சூலும் இணைந்து, ஒரு ஸெல் ஆகின்றன. இந்த ஸெல் ஸெல்பிரிவு மூலம் வளர்ந்து விதையாகிறது. விதையிலிருந்து புதிய தாவரம் உற்பத்தியாகி ஸெல் பிரிவுகள் மூலம் பெரிய தாவரமாகிறது.

ஒரு ஸெல், பல ஸெல் அங்க ஜீவிகள் : உயிருள்ள பிராணி தாவரங்களெல்லாம் பல **உறுப்புக்கள்** அல்லது **அங்கங்களைப்** (organs) பெற்றிருக்கின்றன. ஆகையால் அவைகளுக்கெல்லாம் **அங்கஜீவி** (organism) என்ற பொதுவான பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது. அங்கஜீவிகளில் நுட்பமான, (மைக்ரோஸ்கோப்பினால் மட்டும் முழு உருவம் காணக் கூடிய) பல வகைகள் இருக்கின்றன. இவைகளில் சில ஒரே ஸெல் உடையவை. பல குளங் குட்டைகளில் பாசம் பிடித்த பசுமை நீர் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இந்த நீரில் ஒரு துளி எடுத்து மைக்ரோஸ்கோப்

பில் வைத்துப் பரிசோதித்தால், அதில் ஒரு ஸெல்லிலுள்ள பசுமை நிறத் தாவரங்கள் பலவற்றைக் காணலாம். கிளாமி டோமோனஸ் (chlamydomonas) என்ற ஒரு ஸெல் தாவரம் (unicellular plant) தனக்கு உள்ள இரண்டு இழைகளை அசைத்து, நீரில் சஞ்சரிக்கும். இதற்குக் குளோரோவில் என்ற பசுங்கணிகம் உண்டாதலால், சூரிய ஒளியின் உதவியால் இது தன்உணவைத் தானே தயாரித்துக்கொள்ளும். பலவகையான **பாக்டீரியாக்கள்** (bacteria) ஒரு ஸெல்லுள்ள அங்கஜீவிகள். ஆனால் இவற்றிற்குப் பசுங் கணிகம் கிடையாது.



படம் 80. கிளாமிடோமோனஸ்
1. ஸெல் சுவர்
2. புரோட்டொப் பிளாஸம்,
3. உட்கரு

அமீபா (amoeba) என்ற ஒரு ஸெல் பிராணி (unicellular animal) சேற்று நீரிலும் குளங் குட்டைகளிலும் வாழும். இது தனது உருவை அடிக்கடி மாற்றிக்கொண்டு இடம் விட்டு இடம் செல்லக் கூடியது. பரமேசியம் என்ற ஒரு நுட்பமான பிராணிக்கும் அமீபாவைப் போல் ஒரே ஸெல்தான் உண்டு.

இவற்றைத் தவிர, பத்து இருபது முதலிய குறித்த ஸெல்கள் சேர்ந்தமைந்த தாவரங்களும் உண்டு. ஸ்பைரோஜைரா என்ற நூலிழை போன்ற ஒரு தாவரத்தில் பல ஸெல்கள் இருப்பதை மைக்ரோஸ்கோப்பு மூலமாகக் காணலாம். ஒரு ஸெல் அங்கஜீவிகளைத் தவிர, இரண்டு முதல், பல கோடிக்கணக்கான ஸெல்கள் சேர்ந்து அமைந்துள்ள பிற பிராணிகளும் தாவரங்களும் பல ஸெல் அங்கஜீவிகள் எனப்படும்.

கேள்விகள்

1. தாவர ஸெல்லின் அமைப்பைக் காட்ட ஒரு படம் வரைந்து, பாகங்களின் பெயர்களைக் குறி.

2. நுண்குமிழ்கள் எந்த ஸெல்களில் ஏற்படும்? அவற்றின் பயன் என்ன?

3. புரோட்டொப்பிளாஸத்தின் அமைப்பிலுள்ள பொருள்கள் யாவை?
4. புரோட்டொப்பிளாஸம் பிரதிவினை புரிவது எவ்வாறு?
5. உட்கரு எதற்கு முக்கியக் காரணமாயிருக்கிறது?
6. புதிய தாவர ஸெல்கள் உண்டாகும் முறையை விவரி.
7. ஒரு ஸெல் பிராணி, ஒரு ஸெல் தாவரம்—இவற்றிற்கு உதாரணங்கள் தருக.

15. இலைகள்

(இலைகளின் அமைப்பும் வேலையும்.)

தாவரங்களின் தண்டுப் பகுதியிலிருந்து வெளியே மேல் நோக்கி வளரும் மெல்லிய அகன்ற உறுப்புக்களே இலைகளாகும். இவை பெரும்பாலும் பசுமை நிறமுடையவை. ஓர் இலையில் **காம்பு** (petiole) என்ற ஒரு பகுதியும், அகன்ற பாகமாகிய **இலைப்பரப்பு** (blade) என்ற மற்றொரு பகுதியும் அடங்கியுள்ளன. சில இலைகளில் காம்புப் பகுதி காணப்படா. தண்டும் இலையும் சேருமிடத்தில் அநேக இலைகளில் இரு பசுமையான **இலையடிச் செதில்கள்** (stipules) காணப்படும். சில தாவரங்களில் இச்செதில்கள் காணப்படா. இலைகள் முதிர்ச்சி அடைந்ததும் இச் செதில்கள் கீழே விழுந்து விடுகின்றன. இலைப்பரப்பில் நரம்புகள் வலைபோன்று பின்னிக்கொண்டு காணப்படும். இவைகளுக்கு இலை **நரம்புகள்** (veins) என்று பெயர். இலையின் நடுவில் காம்புடன் தொடர்ந்து இலையின் நுனி வரை செல்லுவது நடு **நரம்பு** (mid-rib) எனப்படும். இதிலிருந்துதான் மற்ற இலை நரம்புகள் பிரிகின்றன. இந்நரம்புகளில் குழாய்கள் போன்ற ஸெல்கள் இருக்கின்றன. இவைகளின்மூலம் வேர்களிலிருந்து வரும் சத்து நீர், இலைகளை அடைகின்றது. இலைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட உணவும் காம்பின் வழியாகத் தாவரங்களின் மற்றெல்லாப் பகுதிகளுக்கும் அனுப்பப்படுகிறது. இலை நரம்புகளும் நடு நரம்பும் இலைகளை உறுதியாக்குகின்றன.

இலைகளின் உருவங்கள் : இலைகள் அளவிலும் உருவத்திலும் வேறுபாடுடையன. சில இலைகளில் ஒரே இலைப்பரப்பு

காணப்படும். இவ்வகை இலை **தனி இலை** (simple leaf) எனப் படும். பூவரசு, மா, ஆல் இவைகளின் இலைகள் தனி இலைகள். வேம்பு, முருங்கை, புளி முதலிய மரங்களின் இலைகளில் இலைப் பரப்புகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டவை. இவ்வித இலைகளுக்குக் **கூட்டு இலைகள்** (compound leaves) என்று பெயர்.

ஒரு கூட்டு இலையின் சிற்றிலைகள் ஒரு பொது அச்சின் இரு புறங்களிலும் அடுக்காக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை இறகு வடிவ இலை எனப்படும். வேப்பமரத்தின் இலைகள் இவ் வகையைச் சேர்ந்தவை. சிற்றிலைகள் ஒரே அச்சிலிருந்து பிரியாமல் இலையின் அடிப்பாகத்தில் ஒரே புள்ளியில் கூடுமானால் அவை கைவடிவ இலை எனப்படும். இலவ மரத்தின் இலைகள் இதற்கு உதாரணமாகும்.

இலைகள் கூட்டு இலைகளாயிருப்பின் அகன்ற தனி இலைகளைப் போல் காற்றிற்குத் தடை செய்யா ; ஆதலால் கிழியாமலிருக்கும். வாழை இலை பெரியதாக நீளமாயிருப்பதாலும், மேற்கூறியவாறு அமையாமல் தனி இலையாயிருப்பதாலும், காற்று அடிக்கும்பொழுது விரைவில் கிழிகிறது. இலைகள் கூட்டு இலைகளாகவும் மிகச் சிறியவைகளாகவுமிருந்தால் சூரிய ஒளி எல்லா இலைகளுக்கும் கிடைக்கும்.

இலையின் உள்ளமைப்பு : ஓர் இலையின் குறுக்கு வெட்டு முகத்தை மைக்ரோஸ்கோப்பினால் பரிசோதித்தால் அதில் பின் வரும் பகுதிகளைக் காணலாம்.

(1) மேல்பரப்பிலும் கீழ்ப்பரப்பிலும் உள்ள **புறத்தோல்கள்** (epidermis).

(2) இரு புறத்தோல்களுக்கிடையில் பசுமையான உயிர் உள்ள செல் தொகுதிகள்.

(3) வலைபோல் பின்னிக் கொண்டிருக்கும் இலை நரம்புகள்.

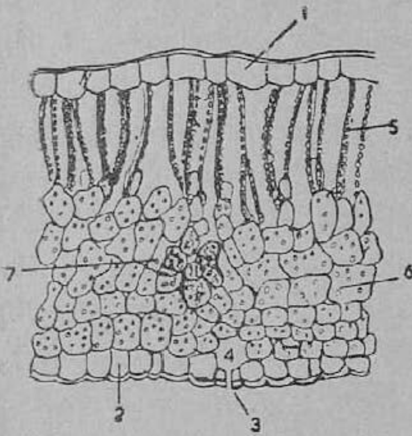
(4) **சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்கள்** (vascular tissue).

(5) காற்று அறைகள்.

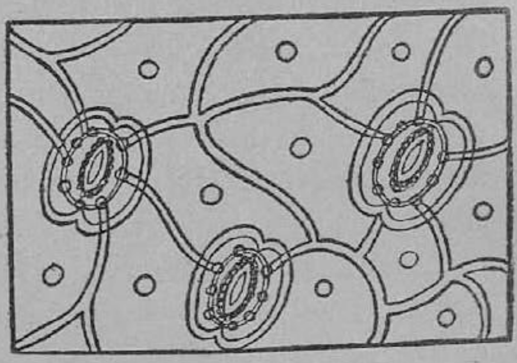
(6) **இலைத்துளைகள்** (stomata).

இலையின் அடியிலுள்ள புறத்தோலை உரித்த பிறகு ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பினால் பார்த்தால் கணக்கற்ற துவாரங்கள்

காணப்படும். இவைகள்தாம் **இலைத்துளைகள்** (stomata). இவைகளின் இருபக்கங்களிலும் அரைச்சந்திர வடிவமுள்ள ஸெல்கள் காணப்படும். இவை **காப்பு ஸெல்கள்** (guard cells) எனப்படும். புறத்தோல்களுக்கிடையில் காணப்படும் ஸெல் தொகுதிகளுக்கு **இலைநடுச் சோற்றணு** (mesophyll) என்று பெயர். இவை இருவகைப்படும். ஒருவகை இலையின் பரப்பை நோக்கி நெடுக்காக அமைந்திருக்கின்றன. இவை **வேலிக்கால் ஸெல்கள்** (palisade cells) எனப்படும். இவ்வகை ஸெல்களில் **குளோரோவில்** (chlorophyll) என்ற பசுமை நிற முள்ள பசுங்கணிகங்கள் அடங்கி யிருக்கின்றன. புறத்தோலி



படம் 81.
இலையின் குறுக்கு வெட்டு
1. மேல் புறத்தோல் 2. கீழ்ப் புறத் தோல் 3. இலைத் துளை 4. காற்றிடம் 5. வேலிக்கால் 6. கடற் பஞ்சு ஸெல்கள் 7. சாற்றுக் குழாய்த் திசு



படம் 82.
மைக்ரோஸ்கோப்பில் இலைத் துளைகளின் தோற்றம்

லுள்ள ஸெல்களில் பசுங்கணிகங்கள் கிடையா. வேலிக்கால் ஸெல்கள் ஒன்றன்மேலொன்றாக அடுக்குகளாக இடைவெளிக ளின்றி அமைந்திருக்கும். இவற்றின் அடிப்பாகத்தில் கீழ்ப் புறத்தோலை ஒட்டி இடைவெளிகளுள்ள அநேக ஒழுங்கற்ற ஸெல்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளுக்கு இடையே காற் றறைகள் உள்ளன. இவை கடற்பஞ்சு போன்றிருப்பதால் இவைகளுக்குக் **கடற்பஞ்சு ஸெல்கள்** (spongy cells) எனப்

பெயர். இவற்றில் காணப்படும் இடைவெளிகள் இலைத்துளை களுடன் தொடர்புடையன.

பார்வைக்கு நரம்புகள் போன்றிருக்கும் அமைப்புகள் சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களாகும். இவை இருவகைப்படும். வேர்களிலிருந்து உப்புக்கள் கரைந்த சத்து நீரை எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள், ஒரு வகை. இவை **உட்குழாய்த் தசை களில்** (xylem) அமைந்திருக்கின்றன. மற்ருெரு வகை, இலை கள் தயாரித்த உணவுப் பொருள்களைத் தாவரங்களின் பல்வேறு பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள். இவை **சல்லடைக் குழாய்த் தசைகளில்** (phloem) அமைந்துள்ளன.

இலைகளின் வேலைகள் : இலைகள் பலவகைப்பட்ட தொழில் களைப் புரிகின்றன. தாவரங்கள் உயிருடனிருக்கத் தேவையான ஆக்ஸிஜனைப் பெற சுவாசிப்பதும், உணவைத் தயாரிப்பதும், வேர்களிலிருந்து கிடைத்த அதிக நீர் தேங்கி நின்று தாவரங்கள் அழுகிவிடாமல் பாதுகாக்கும் பொருட்டு அதிக நீரை ஆவியாகப் போகச் செய்தலும், தயாரித்த உணவைப் பிற்கால உபயோகத் திற்காகச் சேமித்துவைத்தலும், விதையில்லாமல் தம் இனத்தைப் பெருக்குவதும் இலைகளின் தொழில்களே. இவைகளைப் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

(1) **உணவு உற்பத்தி செய்தல் :** இலைகள், பூமியிலிருந்து வேர்களின் மூலம் கிடைக்கும் தண்ணீரையும், இலைத்துளைகளின் வழியே உட்கொள்ளும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடிலிருந்து கரியை யும் பெற்று, ஒன்று சேர்த்து, சூரிய ஒளியின் உதவியைக் கொண்டும் குளோரோவில்லின் உதவியினுலும் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கும் சக்திக்கும் தேவையான உணவுப் பொருளாகிய ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்கின்றன. மேலும் பூமியிலிருந்து கிடைக் கும் சத்து நீரிலுள்ள தாது உப்புக்களைக் கொண்டு புரோட்டீன் களையும் தயாரிக்கின்றன.

(2) இலைகள் தமது பரப்பில் அமைந்திருக்கும் இலைத் துளை களின் மூலம் சுற்றியிருக்கும் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜனை உட்கொண்டு கார்பன்டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சி இரவும் பகலும் ஓயாமல் நடைபெறுகிறது. இலைகள்

உணவு தயாரிக்கும்பொழுது தமக்கு வேண்டும் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை இலைத்துளைகளின் மூலமே உட்கொண்டு கார்பனைத் தனியே பிரித்து வைத்துக்கொண்டு ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன.

(3) புரோட்டீன்கள், ஸ்டார்ச்சு இவ்விரண்டையும் தயாரிக்க தாவரங்கள் வேர்களின் மூலம் பூமியிலிருந்து சத்துநீரை உறிஞ்சுகின்றன. அவைகளுக்குத் தேவையான தண்ணீர் போக எஞ்சியுள்ள நீர், இதே இலைத்துளைகளின் மூலம் நீராவியாக வெளிச் செல்லுகிறது. எனவே இலைகள் நீராவிப்போக்கு நடைபெறுவதற்கு உதவியான உறுப்புக்களாகத் திகழ்கின்றன.

(4) சில தாவரங்கள் தமது இனம் விருத்தியாவதற்கும், பிற்கால உபயோகத்திற்கும் தாம் தயாரித்த உணவில் தம் தேவைக்கு அதிகமாயுள்ள உணவுப் பொருள்களை இலைகளில் சேமித்து வைக்கின்றன. எனவே, அத்தாவரங்களில் இலைகள் உணவு சேமித்து வைக்கும் உறுப்புக்களாக விளங்குகின்றன. முட்டைக் கோசிலும், சில கீரை வகைகளிலும் உணவு சேமிப்பைக் காணலாம்.

(5) சில தாவரங்களின் இனவிருத்தி இலைகளாலேயே நடைபெறுகிறது. இரணக்கள்ளி இலையைக் கட்டிப் போட்டால் அதிலிருந்து மொட்டுகள் தோன்றி, புதுச்செடி வளருகிறது. இரணக்கள்ளி போன்ற தாவரத்தின் இலைகள் இனவிருத்தி செய்யும் உறுப்புக்களுமாகும்.

கேள்விகள்

1. இலையின் பாகங்கள் யாவை?
2. தனி இலை, கூட்டு இலை—வித்தியாசமென்ன? உதாரணங்கள் தருக.
3. இலையின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பின் தோற்றத்தைப் படம் வரைந்து காட்டுக.
4. சாதாரணமாக எல்லாத் தாவரங்களிலும் இலைகளின் வேலைகள் என்ன?
5. சில தாவரங்களின் இலைகள் செய்யும் தனிப்பட்ட வேலைகள் என்ன?

16. ஒளிச் சேர்க்கை

(ஒளிச் சேர்க்கை—ஒளிச்சேர்க்கையும் சுவாசித்தலும்; ஸ்டார்ச்சு, புரோட்டீன், முதலியவைகளைச் சேமித்து வைத்தல்—என்ஸைம்களின் கிரியை.)

தாவரங்கள் தயாரிக்கும் உணவில் பெரும் பகுதி கார்போஹைடிரேட்டு. இதில் ஸ்டார்ச்சு என்பது ஒருவகை. அரிசி, கோதுமை, சோளம், கடலை முதலிய தானியங்களிலுள்ள மாவில் இந்த உணவு பெரும்பகுதியுள்ளது; உருளைக்கிழங்கு, வள்ளிக் கிழங்கு முதலிய கிழங்கு வகைகளிலும் இது அதிகமாகஉண்டு. ஒரு பொருளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதை ஒரு பரிசோதனையால் அறியலாம்.

சோதனை : அரிசி அல்லது கோதுமை மாவைச் சிறிதளவு எடுத்து ஒரு முகவை நீரில் கலக்கி அதைக் கொதிக்க வை. கஞ்சி போன்ற ஒரு திரவம் கிடைக்கும். இது குளிர்ந்த பிறகு, சிறிதளவு அயொடின் கரைசலை அதனுடன் சேர். கலவை கருநீல நிறமாயிருக்கும். இச் சோதனை ஸ்டார்ச்சு இருப்பதை அறிய உதவும்.

தாவரங்கள் தயாரிக்கும் முதல் உணவு ஸ்டார்ச்சு : தாவரங்களின் இலைகளில் இலைத்துளைகள் இருப்பது உங்களுக்குத் தெரியும். இவற்றின் மூலமாகக் காற்று இலைக்குள் சென்றும் வெளி வந்து கொண்டும் இருக்கிறது. பசுமையான இலைகளில் உள்ள பசுங் கணிகம் அல்லது குளோரோவில் என்ற ஒரு பசுமையான பொருள், காற்றிலிருந்து கிடைக்கும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுவைப் பிரித்து, கார்பனை வைத்துக்கொண்டு, பூமியிலிருந்து வேர்களின் மூலம் கிடைக்கும் சத்து நீரிலுள்ள நீரைப் பிரித்து, அதிலுள்ள ஹைடிரஜனையும் ஆக்ஸிஜனையும் பெற்று, இந்த மூன்று பொருள்களையும் ரசாயன முறையில் கூட்டி ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கிறது. இந்நிகழ்ச்சி இலைகளில் சூரிய ஒளியில் நடைபெறுகிறது. அதனால்தான் இதற்கு ஒளிச் சேர்க்கை (photosynthesis) என்று பெயர். அதாவது ஒளியில் 'பொருள்கள் சேர்க்கப்படுதல்' என்பது இதன் பொருள். எனவே,

கார்போ-ஹைடிரேட்டு உற்பத்தி செய்வது இலைகளின் அடிப் படையான செயல்களில் ஒன்ருகும்.

சூரிய ஒளி குளோரோவில்களால் உட் கவரப்பட்டு மின்சக்தி யாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த மின்சக்தி கார்பன் டை ஆக் ஸைடையும் நீரையும் தனிப் பொருள்களாகப் பிரிப்பதற்கும், மீண்டும் அவைகளை அளவுப்படி ஒன்றுசேர்த்து கார்போ-ஹைடி ரேட்டாக மாறுவதற்கும் உதவி புரிந்து ஒளிச்சேர்க்கை என்னும் நிகழ்ச்சியை உண்டாக்குகிறது. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு பிரிக் கப்பட்டு கார்பன் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு, ஆக்ஸிஜன் வெளி விடப்படுகிறது. எனவே, ஒளிச் சேர்க்கை நடைபெறும் பொழுது தாவரங்கள் ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன. கார்பன், உணவுப் பொருள்களைத் தயாரிப்பதில் உபயோகிக்கப்பட்டு தாவரங்களின் அமைப்பில் ஒரு பகுதியாக ஆவதால் ஒளிச் சேர்க்கையை **கார்பன் தன் மயமாதல்** (carbon assimilation) என்றும் கூறுவார்கள்.

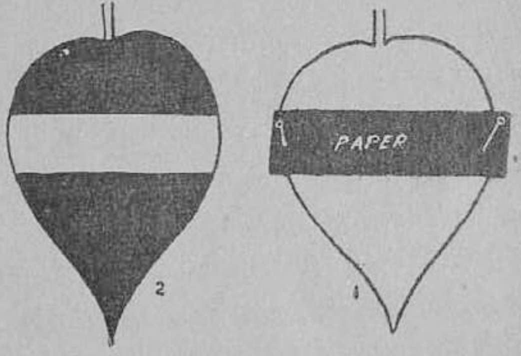
இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதை அறியச் சோதனை: தோட்டத்தில் செழிப்பாக வளர்ந்துள்ள ஒரு செடியிலிருந்து மாலையில் ஓர் அகன்ற இலையைப் பறித்து, சிறிது நேரம் கொதிக்கும் நீரில் போட்டு வை. பிறகு அதை வெளியே எடுத்து ஒரு முகவையில் உள்ள ஆல்கஹாலில் ஊற வை. இலையிலுள்ள பசுமையான குளோரோவில் ஆல்கஹாலில் கரைந்துவிடும். இலை வெளுத்த நிறத்துடனிருக்கும். நிறமிழந்த இலையைத் தண்ணீரில் கழுவி, ஒரு தட்டில் வைத்து அதன்மீது சிறிது அயொடின் கரைசலை ஊற்று. இப்பொழுது இலை கருநீல நிற மாக மாறுகிறது. இதிலிருந்து இலையில் ஸ்டார்ச்சு இருக் கிறது என்பது ஏற்படுகிறது.

அதே செடியிலிருந்து காலையில் சூரியன் உதிக்கு முன் ஓர் இலையைப் பறித்து அதில் மேற்கூறியபடி ஸ்டார்ச்சு இருக் கிறதா என்று அறியும் சோதனையைச் செய்து பார். இலை நீல நிறமாக மாருது. அதில் ஸ்டார்ச்சு இல்லை. எனவே இரவில் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கப்படுவதில்லை என்றும் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கச் சூரிய ஒளி தேவை என்றும் நாம் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஒளிச்

சேர்க்கைக்கு இன்றியமையாதவை, சூரிய ஒளியும், இலைகளிலுள்ள பசுமையான குளோரோவிலும், கார்பன் டை ஆக்ஸைடுமாகும்.

ஒளிச் சேர்க்கைக்குச் சூரிய ஒளி அவசியம் என்பதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனை நன்கு விளக்கும்.

பரிசோதனை : காலையில் சூரியன் உதிப்பதற்கு முன், செழிப்பாக வளரும் செடியிலுள்ள ஓர் இலையின் நடுப் பாகத்தைக் கருநிறமுள்ள இரு காகிதத் துண்டுகளால் இலையின் மேற்புறமும் கீழ்புறமும் ஒரு பகுதி மறையும் படி வைத்து மூடி, ஒரு ஊசியைக் குத்தி, காகிதம் விழாமல் செய். செடி வெயிலில் இருக்கட்டும். மாலையில் காகிதங்களை அகற்றி, அந்த இலையைப் பறித்து, ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை செய்து பார். காகிதம் மூடியிருந்த இடம் தவிர மற்ற இடங்கள் கருநீல நிறமாக மாறியிருப்பதையும் காகிதம் மூடியிருந்த நடுப்பாகம் கருநீல நிறம் அடையாமலிருப்பதையும் காணலாம். அதே செடியிலிருந்து மூடப்படாத ஒரு இலையைப் பறித்துச் சோதனை செய். அதில் இலை முழுதும் கரு நீல நிறமாயிருக்கும். இதிலிருந்து காகிதம் இருந்த இடத்தில் இலையின் மேல் சூரிய வெளிச்சம் படாததால்தான் அங்கு ஸ்டார்ச்சு உண்டாகவில்லை என்றும் ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்குச் சூரிய ஒளி அவசியம் என்றும் நாம் அறிகிறோம். சூரிய ஒளி உள்ள பகலில் மட்டும் ஸ்டார்ச்சு தயாரித்தல் நடைபெறுகிறது.



படம் 83. ஒளிச் சேர்க்கைக்குச் சூரிய ஒளி அவசியம்

1. இலையின் ஒரு பாகத்தைக் காகிதத்தால் மறைத்தல், 2. சூரிய ஒளி பட்ட பகுதியில் கருநீல நிறம் தோன்றுதல்

ஸ்டார்ச்சு உண்டாவதற்குச் சூரிய ஒளியோடு இலைகள் பசுமை நிறமாயிருத்தலும் அவசியம்.

பரிசோதனை : வெயிலில் நிற்கும் குரோட்டன் செடியி லிருந்து பல நிறங்கள் கலந்துள்ள இலை யொன்றை மாலையில் பறித்து, ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை செய்து பார். பச்சையா யுள்ள பாகத்தைத் தவிர இலையின் மற்ற பாகங்களில் ஸ்டார்ச்சு இராது. ஆகவே ஸ்டார்ச்சு உண்டாக இலை பச்சை நிறமா யிருப்பது அவசியம் எனத் தெரிகிறது.

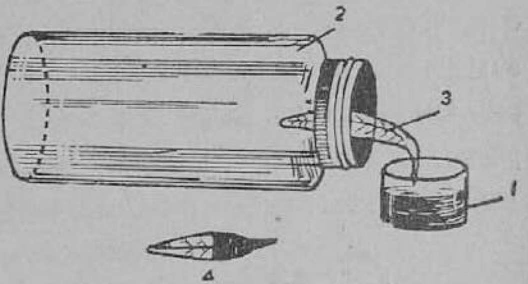
தாவரங்களின் இலைகள் பசுமையாயிருந்து சூரிய ஒளி யைப் பெற்றாலும் அவைகளுக்குக் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கிடைக்காவிடில் அவைகளால் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க முடியாது. ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்குக் காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக் ஸைடு தேவை என்பதைக் கீழ்க்கண்ட பரிசோதனைகளினால் அறியலாம்.

பரிசோதனை 1 : தொட்டியில் வளரும் ஒரு சிறிய செடியின் அருகில் ஓர் முகவையில் அடர்ந்த எரி பொட்டாசுக் கரைசலை வைத்து, செடி, முகவை இரண்டையும் ஒரு மணிச் சாடியினால் கவிழ்த்து மூடு. இந்த உபகரணத்தைக் காலையில் சூரிய ஒளிபடும் ஓர் இடத்தில் வை. மாலையில் செடியிலிருந்து ஓர் இலையைப் பறித்து அதில் ஸ்டார்ச்சு இருக்கிறதா என்று சோதனை செய்து பார். இலையில் ஸ்டார்ச்சு இல்லாமையை அறியலாம். எரி பொட்டாசுக் கரைசல் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. எனவே மணிச்சாடியிலிருக்கும் காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடை இது கிரகித்துவிட்டதால் செடிக்குக் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கிடைக்கவில்லை. ஆதலால் இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க முடியவில்லை.

மற்றொரு பாத்திரத்தில் எரி பொட்டாசுக்குப் பதிலாக நீரை ஊற்றி மேற்கூறப்பட்ட பரிசோதனையைச் செய்து பார்த்தால், அப்பொழுது இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதைக் காணலாம். இதனால் இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்குக் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு அவசியம் என்பது விளங்குகிறது.

பரிசோதனை 2 : வாயகன்ற கண்ணாடிச் சீசா ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு இரண்டாகப் பிளக்கப்பட்ட ஒரு தக்கையால் அதன் வாயை மூடு. பெரிய இலை ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு

இலையின் ஒரு பகுதி சீசாவிற்குள்ளும் மற்றப் பகுதி சீசாவிற்கு வெளியிலும் இருக்குமாறு அந்த இலையைத் தக்கையில் பொருந்தவை. சீசாவிற்குள் எரி பொட்டாசுக் கரைசலை ஊற்றி, சீசாவைக் கிடையாக வை. இலைக்காம்பை ஓர் முகவையிலுள்ள தண்ணீருக்குள் இருக்கும்படி செய். வெளிக்காற்று சீசாவிற்குள் புகாதிருப்பதற்காக தக்கையைச் சுற்றி வாசிலினைத் தடவு. இந்த உபகரணத்தைக் காலையில் தயாரித்து, பகல் முழுதும் சூரிய ஒளியில் வைத்திருந்து மாலையில் இலையைத் தனியே வெளியில் எடுத்து ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனைசெய். சீசாவிற்கு வெளியிலிருந்த இலைப் பகுதி நீல நிறமாக மாறுவதையும் சீசாவிற்குள்ளிருந்த பகுதி நீல நிறமாக மாறுமலிருப்பதையும் காணலாம். சீசாவிற்குள் ஊற்றப்பட்ட எரி பொட்டாசுக் கரைசல். சீசாவிலிருந்த காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடைக் கிரகித்துவிட்டதால் உள்ளிருந்த இலைப்பகுதிக்குக் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு கிடைக்கவில்லை. தக்கையின் பக்கம் வாசிலின் தடவப்பட்டுள்ளதால் வெளிக் காற்றும் உட்புக முடியவில்லை. ஆதலால் சீசாவினுள்ளிருந்த இலைப்பகுதி ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க முடியவில்லை. வெளியிலிருந்த பகுதிக்கு வெளிக்காற்றிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடும், தண்ணீரும் கிடைப்பதால் அது ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க முடிகிறது என்று தெரிகிறது.

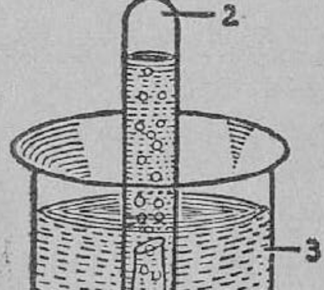


படம் 84. ஒளிச் சேர்க்கைக்கு கார்பன் டை ஆக்ஸைடு தேவை
1. கிண்ணத்தில் நீர் 2. கண்ணாடி புட்டி 3. இலை

எனவே ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்குப் பச்சை நிறப்பொருளாகிய குளோரோவில், சூரிய ஒளி, கார்பன் டை ஆக்ஸைடு, நீர், ஆகிய நான்கும் அவசியம் என்று அறிகிறோம்.

காற்றிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளப்படும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு இலைத்துளைகளின் வழியே உள்ளே சென்று, தண்ணீரில்

கரைந்து, இலையின் நடுப்பாகத்திலுள்ள வேலிக்கால் அணு ஸெல் களையும், கடற் பஞ்சு ஸெல்களையும் அடைகிறது. முடிவில் இவ்வாயு பசுங்கணிகங்களாகிய குளோரோவில்லை நெருங்கு கிறது. பூமியிலிருந்து கிடைக்கும் சத்துநீரிலுள்ள நீரும் இங்கு வந்து சேருகிறது. பசுங்கணிகங்கள் சூரிய ஒளியின் உதவி யினால் இவ்விரு பொருள்களின் இடையே சிறிது சிறிதாக ரசாயன மாற்றங்களை உண்டாக்குகின்றன. ஸ்டார்ச்சு தயாரிக் கப்படுகிறது. அப்பொழுது எஞ்சியுள்ள ஆக்ஸிஜன் இலைத் துளைகள் வழியாக வெளிவிடப்படுகிறது. ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கும் பொழுது இலைகள் ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுவதைக் கீழ்க் கண்ட பரிசோதனை விளக்கும்.



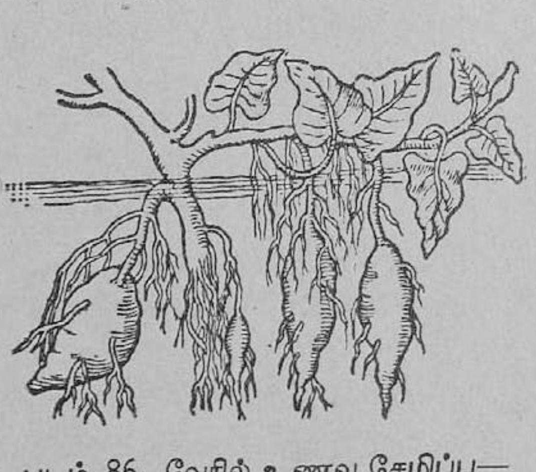
படம் 85. ஒளிச்சேர்க்கை யின் பொழுது ஆக்ஸி ஜன் வெளிப்படல்
1. புனலுக்குள் நீர்த் தாவரம், 2. ஆக்ஸிஜன் 3. முகவையில் நீர்

பரிசோதனை: குளங்களில் வளரும் வேலம்பாசி என்ற செடிகளில் ஒரு கை யளவு எடுத்துக்கொள். அதை முக்கால் பாகம் நீருள்ள ஒரு முகவையின் அடியில் வைத்து, அதன்மேல் ஒரு புனலின் வாய்ப் பாகத்தைக் கொண்டு மூடு. புனலின் காம்பு முகவையிலுள்ள நீர் மட்டத் தினுள் மூழ்கி யிருக்கவேண்டும். தண் ணீருடன் சிறிதளவு ரொட்டி உப்பைச் சேர்த்துக்கொள். பிறகு ஒரு சோதனைக் குழாயை எடுத்து அதை முற்றிலும் ஜலத்தால் நிரப்பி அதன் வாயை மூடித் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து, புனல் காம்பின் மேல் வை. இந்த அமைப்பைச் சூரிய ஒளி நன்றாக உள்ள இடத்தில் வைத்திரு. இரண்டு மணி நேரம் கழித்துப் பார். சோதனைக்குழாயில் சிறிய வாயுக்குமிழிகள் மேலேறுவதைப் பார்க்கலாம். சோதனைக் குழா யில் சுமார் பாதியளவு வாயு நிரம்பியதும், அதை மெதுவாகக் குழாய்க்குள் வெளிக்காற்று நுழையாதபடி கையால்மூடி, வெளியே எடுத்து நிமிர்த்து. அதன் வாயருகில் ஓர் அனலுள்ள குச்சியைக்

கொண்டுபோ. இக் குச்சி சுவாலையுடன் எரியும். ஆதலால் குழாயில் சேர்ந்துள்ள வாயு ஆக்ஸிஜன் எனத் தெரிகிறது. நீரிலுள்ள செடி நீரில் கரைந்திருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸை டைக் கிரகித்து அதிலுள்ள கார்பனைமட்டும் வைத்துக்கொண்டு, ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகிறது.

கொதிக்கவைத்துக் குளிரச் செய்த நீரை இப்பரிசோதனை யில் உபயோகித்தால் வாயுக் குமிழிகள் வருவதில்லை. ஏனெனில் கொதிக்கும்போது அதில் கரைந்திருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக் ஸைடுள்ள காற்று வெளிச்சென்று விடுகிறது. மேலும் இப் பரிசோதனையில் உபயோகிக்கும் நீரில் சிறிது ரொட்டி உப்பை அல்லது சோடா நீரைச் சேர்ப்பதனால் அதிலிருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு தண்ணீரில் கரைந்து அப்பாசிக்கு ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க உதவியாகிறது.

தாவரங்கள் உணவைச் சேமித்துவைத்தல் (storage of food): தாவரங்களில் பச்சை நிறமுடைய எப்பாகத்திலும் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கப்படுகிறது. முக்கியமாக இலைகளிலேயே அதிகமாக ஸ்டார்ச்சு உற்பத்தியாகிறது. இவ்விதம் எல்லா இலை



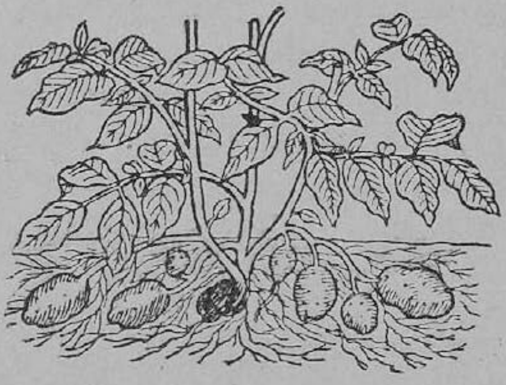
படம் 86. வேரில் உணவு சேமிப்பு—
சர்க்கரை வள்ளி

களும் தயாரிப்பதால் தாவரங்களின் வளர்ச்சித் தேவைக்கு அதிக மாகவே ஸ்டார்ச்சு கிடைக்கிறது. எனவே தாவரங்கள் தங்கள்

வளர்ச்சிக்கு உபயோகமானது போக எஞ்சியுள்ள உணவைத் தங்கள் பிற்கால உபயோகத்திற்காகவும் இனவிருத்திக்காகவும் சேமித்து வைத்துக்கொள்கின்றன. இவ்விதம் எஞ்சியுள்ள உணவை வெவ்வேறு தாவரங்கள் வெவ்வேறு பாகங்களில் சேமித்து வைக்கின்றன.

இலையுதிர்காலங்களில் இலையை உதிர்க்கும் மரங்கள், தாம் சேமித்து வைத்திருக்கும் உணவை உபயோகித்து உயிர் பிழைத்திருக்கின்றன. விதைகள் முளைத்துப் புதிய தாவரங்கள் உண்டாகும்பொழுது. இளஞ்செடி, விதை இலைகளில் அடங்கியுள்ள சேமித்துவைத்த உணவை எடுத்துக்கொள்கிறது.

தாவரங்கள் தங்கள் இலைகள், தண்டுகள், வேர்கள், விதைகள், பூமிக்குள்ளிருக்கும் தண்டுபோன்ற உறுப்புக்களாகிய



படம் 87. தரைக்கீழ் உள்ள தண்டில் உணவு சேமிப்பு—உருளைக்கிழங்கு

கிழங்குகள் முதலிய பாகங்களில் தங்களிடமுள்ள அதிகப்படியான உணவைச் சேமித்துக் கொள்ளுகின்றன. இவ்விதம் சேமிக்கப்படும் உணவில் கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு, புரோட்டீன் ஆகிய முப்பொருள்களும் அடங்கியுள்ளன. முக்கியமானதும் அதிக அளவில் காணப்படுவதும் கார்போ-ஹைடிரேட்டு அல்லது ஸ்டார்ச்சு என்ற உணவு வகையேயாகும். இதைத் தாவரங்களின் மேற்கூறிய பல பாகங்களிலும்

காணலாம். இதன் விவரத்தைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை நன்கு விளக்கும் :

தாவரத்தில் உணவுசேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் பாகம்	உதாரணத் தாவரங்கள்
1. விதை	அவரை, பட்டாணி, துவரை, நெல், எள், கோதுமை போன்ற தானியங்கள்.
2. வேர்	முள்ளங்கி, சர்க்கரைவள்ளி, பீட்ரூட்.
3. தண்டு	கரும்பு.
4. பூமிக்குள் வளரும் தண்டு பாகம் அல்லது கிழங்கு	உருளைக் கிழங்கு, சேனை, இஞ்சி, மஞ்சள், கரணை.
5. பூ	வாழைப்பூ, காலிப்ளவர்.
6. செதில் இலைகள்	பூண்டு, முட்டைகோஸ், வெங்காயம்.
7. காய்கள்	பூசணி, வாழை.
8. பழங்கள்	ஆப்பிள், ஆரஞ்சு, மா.

கரும்பின் தண்டில் ஸ்டார்ச்சு, சர்க்கரைப் பொருளாக மாற்றப்பட்டுச் சேமிக்கப்பட்டுள்ளது. சில விதைகளில் எண்ணெய் (கொழுப்பு) வடிவில் உணவு சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆமணக்கு, வேர்க்கடலை, எள், வேம்பு, ஆளி முதலியவற்றின் விதைகளில் எண்ணெய்ப் பொருள் அடங்கியுள்ளது.

மற்றவகை உணவுப் பொருள்களை எந்தத் தாவரங்கள் எப்பாகங்களில் எவ்வித உணவுப் பகுதியாகச் சேமித்துவைக்கின்றன என்பதை அடுத்த பக்கத்திலுள்ள அட்டவணையிலிருந்து அறியலாம் :

தாவரம்	உறுப்பு	சேமித்து வைக்கப்படும் உணவு வகை
பீட்	வேர்	சுக்ரோஸ்
உருளைக்கிழங்கு	பூமிக்குள்ளிருக்கும் தண்டு அல்லது கிழங்கு	ஸ்டார்ச்சு
வெங்காயம்	செதில் இலை	க்ளூக்கோஸ்
கரும்பு	தண்டு	சுக்ரோஸ்
ஆப்பிள்	பழம்	சுக்ரோஸ்
சவ்வரிசி	தண்டு	ஸ்டார்ச்சு
சோளம்	காய்	ஸ்டார்ச்சு
பேரீச்சை	பழம்	ஸெல்லுலோஸ்
ஆமணக்கு	விதை	கொழுப்பு, புரோட்டீன்
துவரை உளுந்து போன்ற தானியம்	விதை	ஸ்டார்ச்சு, புரோட்டீன்
கோதுமை	கனி	ஸ்டார்ச்சு, புரோட்டீன்

என்ஸைம்களும் அவற்றின் வேலைகளும் : தாவரங்கள் தயாரிக்கும் உணவுப் பொருள்கள், செடிகளிலுள்ள புரோட்டொப்பிளாஸத்தை வளர்ப்பதற்கும், அவைகளின் பல்வேறு செயல்களுக்கு உதவியா யிருப்பதற்கும், பலவித ரசாயன மாறுதல்களை அடையவேண்டும். ஏனெனில் அப்பொருள்கள் கரையாப் பொருள்கள். அப்பொருள்கள் உற்பத்தியாகுமிடத்திலிருந்து சேமித்து வைக்கப்படுமிடங்களுக்கும், அங்கிருந்து வளர்ச்சியுறும் பாகங்களுக்கும் கொண்டு செல்லப்படவேண்டும். இவ்வாறு இடம்விட்டு இடம் பெயர்வதற்கேற்பக் கரைதிறனற்ற

பொருள்கள் கரைதிறனுள்ளனவாக மாற்றப்படவேண்டும். அவ்விதம் மாற்றப்பட்டால்தான் இப்பொருள்கள் ஸெல்விட்டு ஸெல் செல்லமுடியும். இவ்வித ரசாயன மாறுதல்களை உண்டாக்குவது அல்லது கரையாப் பொருள்களைக் கரைபொருள்களாக மாற்றுவது பலவித **என்ஸைம்கள்** (enzymes) ஆகும்.

என்ஸைம்கள் கரையாப் பொருள்களைக் கரைபொருள்களாக ஆக்குகின்றன. உதாரணமாக எல்லாத் தாவரங்களிலும் கரையாப்பொருளாக ஸ்டார்ச்சு காணப்படுகிறது. இது சக்தியைக் கொடுப்பதற்கு, க்ளூக்கோஸ் என்ற சர்க்கரையாகிய கரைபொருளாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்விதம் ஸ்டார்ச்சை, சர்க்கரையாக மாற்றுவது டயஸ்டேஸ் (diastase) என்ற என்ஸைம். தாவரங்களில் எங்கெங்கு ஸ்டார்ச்சு காணப்படுகிறதோ அங்கெல்லாம் இந்த டயஸ்டேஸ் என்ற என்ஸைம் காணப்படுகிறது. இவ்விதமே லைபேஸ் (lipase) என்ற நொதி (என்ஸைம்) கொழுப்புப் பொருளை கிளிஸரினாகவும் கொழுப்பு அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது. புரோட்டீன்கள் டிரிப்டிக் என்ற நொதியினால் அமினோ அமிலங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே, கரையாத உணவுப்பொருள்களைக் கரைபொருள்களாக மாற்றுவதே என்ஸைம்களின் வேலையாகும்.

இவ்விதம் இலைகளில் தயாரிக்கப்படும் உணவுப்பொருள்கள் ஸெல்விட்டு ஸெல் சென்று, பரவி இலை நரம்புகளுக்கும் இலை நரம்புகளின் வழியே நடு நரம்புக்கும் சென்று இலைக்காம்பை அடைந்து பிறகு தண்டை அடைகின்றன. அங்கிருந்து சல்லடைக் குழாய்த் தசைகளிலுள்ள குழாய்களின் மூலம் உணவைச் சேமித்துவைக்கும் உறுப்புக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

ஒளிச்சேர்க்கையும் சுவாசித்தலும்: சுவாசித்தலும் ஒளிச்சேர்க்கையும் தாவரங்களில் அடுத்தடுத்து உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகள். சுவாசித்தல் எப்பொழுதும் இடைவிடாது நடைபெறுகிறது. ஆனால் ஒளிச்சேர்க்கை பகலில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடப்படுகிறது.

ஆனால் சுவாசிக்கும்பொழுது தாவரங்களும் மற்ற உயிரினங்களைப்போல் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகின்றன. எனவே இந்த இரு நிகழ்ச்சிகளும் நேர்மாறானவை. ஒளிச்சேர்க்கையில் சக்தியை உபயோகித்துத் தண்ணீரையும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் சேர்த்து ஸ்டார்ச்சு தயாரித்து வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தி பெறப்படுகிறது. சுவாசித்தலின்பொழுது சக்தி விடுவிக்கப்படுகிறது.

சுவாசித்தலுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கைக்குமுள்ள வேறுபாடுகள்

ஒளிச் சேர்க்கை	சுவாசித்தல்
1. பகலில் சூரிய ஒளியில் நடைபெறுகிறது.	இரவும் பகலும் இடைவிடாமல் நடைபெறுகிறது.
2. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு உட்கொள்ளப்படுகிறது.	ஆக்ஸிஜன் உட்கொள்ளப் படுகிறது.
3. ஆக்ஸிஜன் வெளிவிடப் படுகிறது.	கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வெளிவிடப்படுகிறது.
4. பசுமை நிறமுள்ள பாகங்களில் முக்கியமாக இலைகளில் மட்டும் நிகழ்கிறது.	செடிகளின் வேர், தண்டு, இலை முதலிய எல்லாப் பாகங்களிலும் நிகழ்கிறது.
5. வேலைசெய்ய உதவும் சக்தியை உணவாகிய ஸ்டார்ச்சு உருவத்தில் சேகரிக்கிறது.	உணவு பல எளிய பொருள்களாக சிதைவுற்று அதில் அடங்கியுள்ள சக்தி வெளிவிடப்படுகிறது.
6. தாவரத்தின் எடை அதிகரிக்கிறது.	தாவரத்தின் எடை குறைகிறது.

கேள்விகள்

1. தாவரங்கள் எப்பாகத்தில் உணவைத் தயாரிக்கின்றன?
2. ஒளிச்சேர்க்கை என்றால் என்ன?
3. ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கும் செயலை ஒளிச்சேர்க்கை என்பது ஏன்?
4. கார்பன் தன்மயமாதல் என்றால் என்ன?
5. தாவரங்கள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்கு என்னென்ன பொருள்கள் தேவை? அவை ஒவ்வொன்றும் எங்கிருந்து எவ்வாறு கிடைக்கின்றன?

6. இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதை அறிய நீ செய்யும் பரிசோதனையை விவரி.

7. ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கும்பொழுது தாவரங்கள் ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன என்பதை நிரூபிக்கும் பரிசோதனையைப் படம் வரைந்து தெளிவுபடுத்து.

8. இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்க, சூரிய ஒளி, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, குளோரோபில் ஆகிய மூன்றும் அவசியம் என்பதைப் பரிசோதனைகள் மூலம் விளக்கு.

9. தாவரங்கள் எதற்காக உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கின்றன ?

10. தாவரங்கள் எந்தெந்தப் பாகங்களில் உணவைச் சேமித்து வைக்கின்றன ? உதாரணம் கொடு.

11. சுவாசித்தலுக்கும் ஒளிச்சேர்க்கைக்குமுள்ள வேறுபாடுகளைக் கூறுக.

12. தாவரங்களின் உணவு விஷயத்தில் என்ஸைம்கள் எவ்விதம் உதவுகின்றன ?

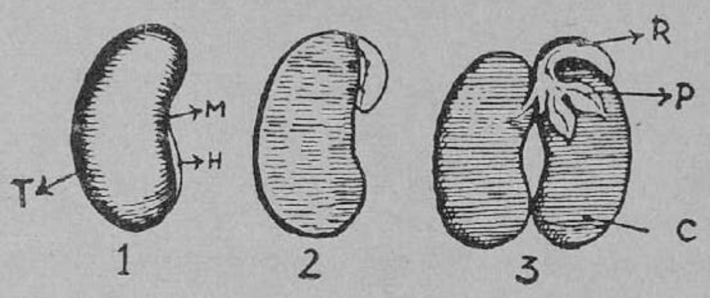
17. விதைகள்

(அவரை, ஆமணக்கு விதைகளின் உறுப்புக்கள். விதை முளைக்கும் பொழுது ஏற்படும் மாறுபாடுகள்.)

சாதாரணமாய்த் தாவரங்கள் விதைகளிலிருந்து உண்டாகின்றன என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். உலர்ந்து ஈரம்படாமல் இருக்கும் வரையில் விதைகள் உயிரற்றவைகளாய்த் தோன்றுகின்றன. ஆனல் அவைகளைத் தண்ணீரில் போட்டு ஊற வைத்தால் அவற்றிலிருந்து முளை வெளிவந்து செடிகள் உற்பத்தியாகின்றன.

அவரை விதையின் அமைப்பு: சில அவரை விதைகளை எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றை நான்கு மணி நேரம் தண்ணீரில் ஊறவை. பிறகு அவ்விதைகளின் பாகங்களைச் சோதித்துப் பார். விதையின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு தழும்பையும் அதன் அருகில் அவ்விதைத் தழும்பிற்கு மேல் ஒரு சிறிய துவாரத்தையும் காணலாம். இத்துவாரத்திற்கு **விதைத் துளை**

(micropyle) என்று பெயர். இதன் வழியாகத்தான் தண்ணீர் விதைக்குள் செல்கிறது. ஊறின விதையை மெதுவாக அழுத்தினால் விதைத் துளையிலிருந்து தண்ணீர் கசிவதைக் காணலாம். தழும்பு போன்ற பாகமே விதை காய்க்குள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்க உதவும் பாகம். இதற்கு **விதைத் தழும்பு** (hilum) என்று



படம் 88. அவரை விதையின் பாகங்கள்

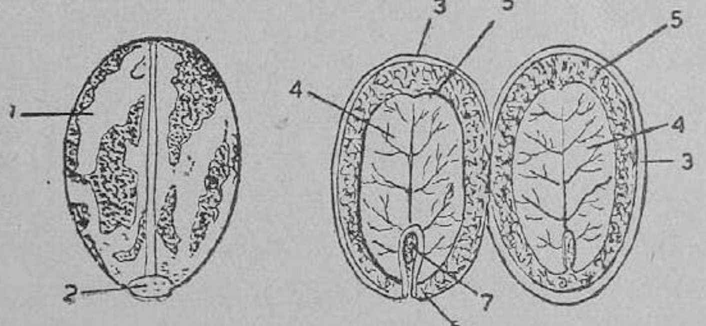
1. முழுவிதையின் தோற்றம், 2. தோலுரித்த முழுவிதை, 3. பிளந்த விதை, T—விதையுறை, M—விதைத்துளை, H—விதைத்தழும்பு, R—முளைவேர், P—முளைக்குருத்து, C—விதையிலைகள்

பெயர். நீரில் ஊறின விதை மிகவும் பருத்திருக்கும். அதன் மேலுள்ள மெல்லிய தோலுக்கு **விதையுறை** (testa) என்று பெயர். ஒரு விதையின் மேல் தோலை உரித்தெடு. உள்ளே இரண்டு பருப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவைகளை **விதையிலைகள்** (cotyledons) என்பார்கள். இவற்றை இரண்டாகப் பிரித்தால், நடுவில் இரண்டையும் இணைத்துக் கொண்டுள்ள ஒரு பகுதி காணப்படும். இது ஒரு செடி போலவே இருக்கும். இதில் கூரான நுனியுடையது **முளைவேர்** (radicle) எனப்படும். இது விதைத் துளையை நோக்கி இருக்கும். இலைகள் போல் காணப்படும் நுனிக்கு **முளைக்குருத்து** (plumule) என்று பெயர். முளைவேர், முளைக்குருத்து, விதையிலைகள் ஆகிய மூன்று பாகங்களும் சேர்ந்த தொகுதிக்கு **முளைக்கரு** (embryo) என்று பெயர். இந்தப் பகுதிதான் சிறு செடியாக முளைத்து நாளடைவில் பெரிய செடியாகிறது.

விதையிலைகளின் உபயோகங்கள்: விதைகளிலிருந்து

சிறு செடிகள் முளைத்தவுடன் அவைகளுக்குத் தேவையான உணவைத் தாங்களே தேடிக் கொள்ளும் சக்தி அவைகளுக்கு இல்லை. அச் சக்தியைப் பெறும் வரையில் அவை விதையிலை களிலிருந்து தமது வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஆகாரத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றன. விதையிலைகளில் சக்தி தரக்கூடிய ஸ்டார்ச்சும் திசுக்களை வளர்க்க உதவும் புரோட்டீனும் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆதலால் முளைக்கும் செடிகள் தாங்களே ஆகாரத்தைத் தேடிக்கொள்ளும் சக்தியை அடையும் வரையில் அவைகளை வளர்ப்பதற்கு விதையிலைகள் உதவு கின்றன.

ஆமணக்கு விதையின் (castor seed) **அமைப்பு:** ஆமணக்கு விதை அவரை விதையினின்றும் வேறுபட்டிருக்கும். விதையின் **வெளியுறை** (testa) உறுதியாயும் புள்ளிகளும் வரி



படம் 89. ஆமணக்கு விதை

1. வெளியுறை 2. விதைமுண்டு 3. உள்ளுறை 4. விதையிலை 5. முளை சூழ் தசை 6. முளை வேர் 7. முளைக்குருத்து

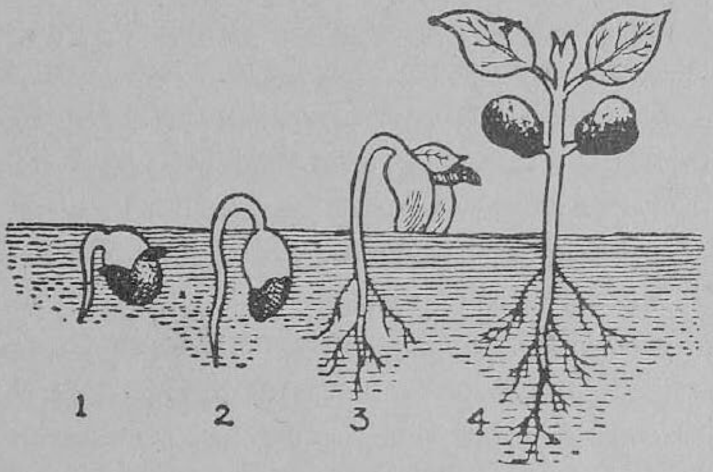
களும் உடையதாயுமிருக்கும். விதையின் ஒரு பக்கத்தில் வெளி நோக்கி வளர்ந்த ஒரு பாகம் காணப்படுகிறது. இதற்கு **விதை முண்டு** (caruncle) என்று பெயர். இது வெண்மையாயிருக்கும். விதை முண்டின் அடியில் விதைத் தழும்பு உள்ளது. வெளி யுறையை நீக்கினால் மெல்லிய **உள்ளுறை** (tegmen) ஒன்று காணப்படுகிறது. இந்த உள்ளுறைக்குள் பதிக்கப்பட்டு, **முளை சூழ்தசை** (endosperm) என்ற பாகம் இருக்கிறது. இப்பகுதி

யில் தான் இளஞ் செடியின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உணவு சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. முளை சூழ் தசையைப் பிரித்துப் பார்த்தால் உட்புறத்தில் முளைக் கரு காணப்படுகிறது. முளைக் கருவில் இரண்டு மெல்லிய விதையிலைகளும் முளைக் குருத்தும், முளை வேரும் அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

ஆமணக்கு போன்ற இனத்தைச் சேர்ந்த விதைகட்கு **முளைசூழ் தசையுடைய விதைகள்** (endospermous seeds) என்றும் முளைசூழ் தசையற்றவையான அவரை இனத்தைச் சேர்ந்த விதைகட்கு **முளை சூழ் தசையற்ற** விதைகள் (non-endospermous seeds) என்றும் பெயர். மேலும் சில விதைகளில் இரு விதையிலைகளிருக்கின்றன. (அவரை, ஆமணக்கு போன்ற) இவைகளுக்கு இரு **விதையிலைகளுள்ள விதைகள்** (dicotyledons) என்று பெயர். சோளம், நெல் முதலியவற்றில் ஒற்றை விதையிலைதான் காணப்படுகிறது. இவை **ஒற்றை விதையிலை உள்ள விதைகள்** (monocotyledons) எனப்படும்.

அவரைச் செடி முளைத்தல் : அவரை விதையை மண்ணில் நட்டுத் தண்ணீர் ஊற்றினுல், விதை, நீரை உறிஞ்சிப்பருக்கிறது. விதையிலிருந்து விதையுறையைத் துளைத்துக் கொண்டு முதலில் முளைவேர் வெளிவருகிறது. வேர் வெளியே வந்ததும் விதையுறை கிழிந்து போகிறது. முளை வேர் பூமிக்குள் கீழ்நோக்கிச் சென்று ஆணி வேராக மாறி அதிலிருந்து பல கிளை வேர்களை அல்லது பக்க வேர்களை நாலா பக்கங்களிலும் அனுப்புகிறது. இவை செடியைப் பூமியில் உறுதியாக நிலைநிறுத்த உதவுகின்றன. விதையிலைகளுக்கு அடுத்தாற் போலுள்ள தண்டுப் பகுதியில் ஒரு வளைவு உண்டாகியிருக்கும். இப்பகுதிக்கு **விதையிலைக்கீழ்த் தண்டு** (hypocotyl) என்று பெயர். இது வேகமாக வளர்கிறது. இந்த வளைவு பெரிதாகி, ஒரு வில்லைப் போல் நிமிரும். அப்பொழுது விதையிலைகளும், முளைக் குருத்தும் பூமிக்கு மேலே தூக்கப்படுகின்றன. விதையுறை பெரும்பாலும் மண்ணிலேயே தங்கி விடுகிறது. மேலே வந்ததும் விதையிலைகள் இரு பக்கங்களிலும் மலர்ந்து விரிகின்றன. இவ்வித நிகழ்ச்சிக்கு **தரைமேல் விதை முளைத்தல்** (epigeal germina-

tion) என்று பெயர். முளைக் குருத்திலுள்ள இலைகளும் பிரிந்து விடுகின்றன. இவையெல்லாம் விரைவில் பசுமையாகின்றன. முளைக் குருத்தின் இலைகள் பெரிதாகும் பொழுது இவற்றின்



படம் 90. அவரை விதை முளைத்தல்

1. முளைவேர் வெளிப்படல், 2. விதையிலைக் கீழ்த்தண்டில் வளைவு தோன்றுதல், 3. தண்டின் வளைவு நிமிர்தல், 4. இளஞ்செடி

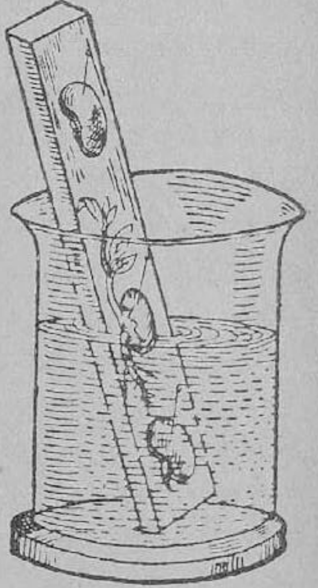
நடுவே புதிய இலை மொட்டு தோன்றுகிறது. இதிலிருந்து வேறு இலைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு மேன்மேலும் மொட்டுக் களும் இலைகளும் தண்டுகளும் கிளைகளும் உண்டாகத் தொடங்கும்.

தொடக்கத்தில் பருமனுயிருந்த விதையிலைகள் நாளடைவில் மெலிகின்றன. அவற்றிலுள்ள உணவுப் பொருள் சிறு நாற்றை வளர்க்க உபயோகப்படுகிறது. விதை யிலைகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட உணவு முழுதும் பயன்பட்டதும் அவை வாடி உலர்ந்து கீழே விழுந்து விடுகின்றன. இதற்குள் நாற்று சற்றுப் பெரிய செடியாகி விடுகிறது. வேர்ப்பகுதி மண்ணுக்குள் ஆழ மாகச் சென்று சத்து நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் சக்தியைப் பெற்று விடுகிறது. பல பசுமையான இலைகளும் உண்டாகியிருப் பதால் செடி தனக்கு வேண்டிய உணவைத் தானே தயாரித்துக் கொள்கிறது. இதற்கு ஆணி வேரிலிருந்து உண்டாகும் கிளை

வேர்களும் (root-lets), **வேர்த் தூவிகளும்** (root-hairs) உதவியாகின்றன.

ஆமணக்குச் செடி முளைத்தல்: ஆமணக்குச் செடி முளைத்தலுக்கும் அவரைச் செடி முளைத்தலுக்கும் சில வேறுபாடுகள் உண்டு. ஆமணக்கு விதைகள் முளைவிடுவதற்கு அவரை விதைகளைக் காட்டிலும் அதிக காலம் பிடிக்கும். அவரைச் செடிக்குத் தேவையான உணவுப்பொருள் விதையிலைகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் ஆமணக்குச் செடிக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள் விதையிலைகளுக்கு வெளியே உள்ள முளைசூழ் தசையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. முளைவேர் விதைத் துளையின் வழியாக வெளி வந்து மண்ணுக்குள் வளர்கிறது. முளைசூழ் தசையிலுள்ள உணவை உட்கொண்டு சிறிய இலை போலுள்ள விதையிலைகள் வளர்கின்றன. முளைசூழ்தசையிலுள்ள உணவுப் பொருள் முற்றிலும் அற்றுப் போகும் வரையிலும் மண்ணுக்குள்ளேயே விதையிலைகள் இருக்கும். உணவுப் பொருள் தீர்ந்த பிறகே விதையிலைகள் விதையுறையை விட்டு வெளிவருகின்றன. இதற்குள் அவரை விதையைப் போலவே விதையிலைகளின் கீழுள்ள பாகங்கள் விரைவில் வளர்ச்சியடைந்து வெளிவருவதற்கான திறப்பை உண்டாக்குகின்றன. இத்திறப்பின் வழியாகவே விதையிலைகள் வெளி வருகின்றன. வெளிவரும் பொழுது முளைசூழ் தசையும் ஒரு சவ்வு போல் அதனுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். ஆமணக்குச் செடியின் விதையிலைகள், இலைகள் இயற்கையில் செய்யும் வேலைகளைச் செய்கின்றன. எனவே விதையிலைகள் வெளி வந்ததும் மற்ற இலைகளைப் போல் அவை பசுமை நிறத்தை அடைகின்றன. முளைக்குருத்திலிருந்து வளரும் இலைகள் கை வடிவமாகவும் விதையிலைகள் முட்டை வடிவமாகவும் அமைந்திருக்கும். ஆமணக்குச் செடி முளைக்கும் போதும் அவரையைப் போல் விதையிலைகள் மண்ணின் மேல் எழும்பி வருகின்றன. ஆனால் மா, முந்திரி, கடலை, சோளம், நெல் முதலிய செடிகள் முளைத்தலில் விதை இலைகள் மண்ணின் அடியிலேயே தங்கி விடுகின்றன.

அவரைச் செடியின் வேர்களைப் போலவே கடலைச் செடியின் வேர்களும் விதையிலிருந்து வெளிவந்து பூமிக்குள் சென்று செடியை உறுதியாக நிலைத்து நிற்கச் செய்கின்றன. அவரைச் செடியில் விதையிலைகளுக்குக் கீழுள்ள தண்டுப் பாகம் வளைந்து நிமிர்ந்து முளைக் கருவை பூமிக்கு வெளியே வரும்படி செய்கிறது. ஆனால் கடலைச் செடியில் விதையிலைகளுக்கு மேலுள்ள தண்டுப் பாகம் அல்லது **விதையிலை மேல் தண்டு** (epicotyl) முதலில் வளைந்து நிமிர்ந்து முளைக்குருத்தை மேலே இழுத்துச் செல்கிறது. விதையிலைகள் பூமிக்குள்ளேயே தங்கி விடுகின்றன. இவ்விதம் விதையிலைகள் பூமிக்குள்ளிருந்து செடி முளைப்பது **தரைக் கீழ் விதை முளைத்தல்** (hypogeal germination) எனப்படும்.



படம் 91. விதை முளைத் தலுக்குக் காற்றும் நீரும் தேவை என்பதைக் காட்டும் பரிசோதனை

விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான சாதனங்கள் :

1. **தண்ணீர் :** விதைகள், உலர்ந்திருக்கும் வரையில் உயிரற்றவை போன்றிருக்கின்றன. தண்ணீரில் ஊறினவுடன் அவை முளைக்கின்றன. ஆகையால் உலர்ந்த விதையில் உயிர் உறக்கமாயிருந்தது. தண்ணீரைக் கண்டவுடன் விதைகள் உறக்கம் தெளிந்து உயிர்த் தொழில்களைச் செய்து வளர ஆரம்பிக்கின்றன. முளைக் கரு விதையுறையிலிருந்து வெளி வருதற்கு விதை தண்ணீரில் ஊற வேண்டும். விதையிலைகளிலுள்ளதும், முளை சூழ்தசையிலுள்ளதுமாகிய உணவுப் பொருள்கள் முளை வேரையும் முளைக் குருத்தையும் அடைய, திரவ ரூபமாக்கப்பட வேண்டும். தண்ணீரில் இவை கரைக்கப்பட்டால்தான் திரவ ரூபமாகும். விதைகளில் ஏற்படும் ரசாயன மாற்றங்களுக்கும்

நீர் அவசியம். எனவே விதை முளைப்பதற்குத் **தண்ணீர்** இன்றியமையாத ஒரு சாதனமாகும்.

2. **தகுந்த உஷ்ணநிலை :** விதை முளைத்தலுக்கு வேண்டிய மற்ருெரு சாதனம் **தகுந்த உஷ்ணநிலை.** மிக உயர்ந்த உஷ்ணநிலையிலும், மிகக் குறைந்த உஷ்ணநிலையிலும் விதைகள் முளைப்பதில்லை. பனிக்கட்டியின் உஷ்ணநிலையில் எந்த விதையும் முளைப்பதில்லை. மிதமான தகுந்த உஷ்ணநிலை விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான சாதனமாகும்.

3. **காற்று :** முளைக்கும் விதைகள் சுவாசிக்க ஆக்ஸிஜன் மிகவும் இன்றியமையாதது. புரோட்டொப்பிளாஸத்தைச் சுறுசுறுப்பாகச் செய்வது ஆக்ஸிஜனே. பூமியில் அதிக ஆழத்தில் நடப்பட்ட விதை முளையாதிருப்பதற்குக் காரணம் அது சுவாசிப்பதற்குத் தேவையான காற்றுக் கிடைக்காததேயாகும். ஆதலால் காற்றும் விதை முளைப்பதற்கு ஒரு சாதனமாகும். விதை முளைத்தலுக்குக் காற்றும் நீரும் தேவை என்பதை, 91-ஆம் படத்தில் காட்டியபடி பரிசோதனை செய்து தெரிந்துகொள். எனவே விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான சாதனங்கள், காற்று, தண்ணீர், தகுந்த உஷ்ணநிலை ஆகிய இவைகளேயாம்.

விதை முளைத்தலுக்கு ஒளி தேவையில்லை. இருட்டில் வைக்கப்பட்ட விதை ஒளியில் வைக்கப்பட்ட விதையைவிட விரைவில் முளைக்கிறது. விதை முளைத்த பிறகு செடி தனக்குத் தேவையான உணவைத் தயாரிப்பதற்கே சூரிய ஒளி தேவை.

கேள்விகள்

1. அவரை விதையினுள் காணப்படும் பாகங்கள் யாவை?
2. விதையிலைகள் என்ருல் என்ன? அவை எதற்கு எவ்விதம் உபயோகமாகின்றன?
3. விதையிலைகளின் வேலை யாது?
4. விதைகளில் உணவு சேமித்து வைப்பதன் நோக்கம் யாது?
5. அவரை விதையில் எந்தப் பாகத்தில் எவ்வகை உணவுப் பொருள் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது?
6. எண்டோஸ்பெர்ம் என்ருல் என்ன? உதாரணங்கள் தருக.

7. அவரை விதையிலுள்ள விதையிலைகளின் வேலைக்கும் ஆமணக்கு விதையிலுள்ள விதையிலைகளின் வேலைக்கும் உள்ள வேறுபாடு யாது?

8. விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான சாதனங்கள் யாவை?

9. தரை மேல் முளைத்தல், தரைக்கீழ் முளைத்தல்—வேறுபாடுகளை உதாரணங்களுடன் விளக்குக.

18. மலர்

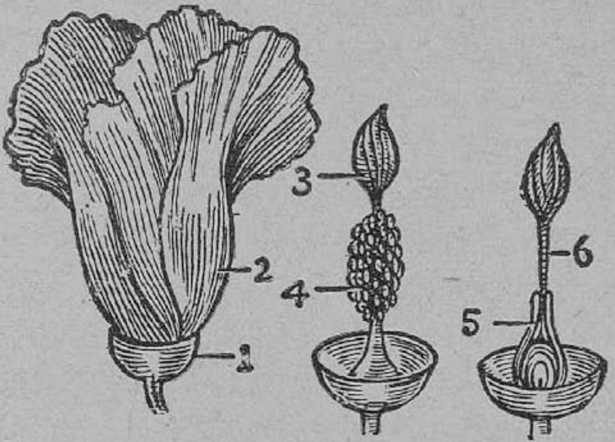
(பூவின் பாகங்கள்—அவற்றின் வேலைகள்—மகரந்தச் சேர்க்கை—கருவுறுதல்—கனிகளும் விதைகளும் உற்பத்தியாதல்.)

தாவரங்கள் உயிர் வாழ உணவு அவசியம். அவ்வுணவைத் தயாரிப்பது இலைகள். இந்த வேலை இடைவிடாமல் நடைபெறவேண்டும். எனவே, தாவரங்களில் இலைகள் எப்பொழுதும் இருக்கவேண்டும். இலையுதிர் காலங்களில் தாவரங்கள் தாம் சேமித்து வைத்த உணவை உட்கொண்டு உயிருடனிருக்கின்றன. தாவரங்களில் பூக்களும் காணப்படுகின்றன. ஆனல் இவைகள் எப்பொழுதும் காணப்படுவதில்லை; சில குறிப்பிட்ட காலங்களில்தான் தோன்றுகின்றன. பூவிலிருந்து காயும், காயிலிருந்து விதைகளும் உண்டாகி, தாவர இனப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. எனவே பூக்களின் வேலை இனப் பெருக்கம். இவ்வேலை சில காலங்களில் நடைபெற்றால் போதும். ஆதலால்தான் பூக்கள் எப்பொழுதும் காணப்படுவதில்லை. இவ்விதம் தாவர இனப் பெருக்கத்திற்கு உதவியாகும் பூக்கள் கண்ணைக் கவரும் காட்சியை அளிக்கிறது.

பூவின் பாகங்கள் (parts of a flower): மலர்களில் சிலவற்றை எடுத்துக்கொண்டு அவைகளில் காணப்படும் பாகங்களைக் கவனி. உதாரணமாக, செம்பருத்திப் பூவையும் பூவரசம் பூவையும் ஊமத்தம் பூவையும் கவனித்தால், காம்பு, புல்லி வட்டம், அல்லிவட்டம், சூலகம், மகரந்தக் கேசரங்கள் என்ற பாகங்கள் காணப்படும்.

பூவைச் செடியுடன் இணைப்பது காம்பு. மற்றப் பாகங்கள் எல்லாம் காம்பின் மேல் பாகத்தில் பொருந்தியுள்ளன.

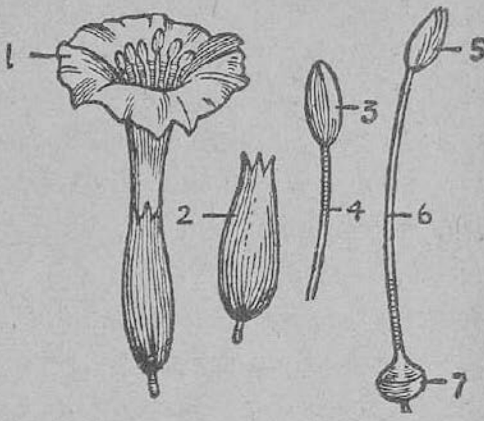
காம்பைத் (stalk) தொடர்ந்து அதற்கு மேலும் பூவின் அடிப் புறத்திலும் காணப்படுகின்ற பசுமையான கிண்ணம் போன்ற பாகம் **புல்லிவட்டம்** (calyx) எனப்படும். சில பூக்களில் இப்



படம் 92. பூவரசம் பூவின் பாகங்கள்
1. புல்லி வட்டம், 2 அல்லிவட்டம், 3. சூல்முடி
4. மகரந்தக் கேசரங்கள், 5. சூற்பை, 6. சூல் தண்டு.

பாகம் பல பிரிவுகளாகப் பிரிந்தும் சிலவற்றில் பிரிவுகள் இல்லாமல் ஒரே கிண்ணம் போன்றுமிருக்கும். இப்பிரிவுகளுக்குப் **புல்லிகள்** (sepals) என்று பெயர். பூவரசு போன்ற புஷ்பங்களில் புல்லிவட்டம் பிரிவுகள் இல்லாமலிருக்கிறது. பூ மொட்டாக இருக்கும்பொழுதும் மலர்ந்த பிறகும் பூவினுள்ளிருக்கும் மற்ற பாகங்களைக் காப்பாற்றுவதே புல்லிவட்டத்தின் வேலை. புல்லிவட்டத்திற்கு மேல் அநேக இதழ்களாகவோ அல்லது ஒரே வட்டமான இதழாகவோ பிரகாசமான நிறத்துடன் நிற்பது **அல்லிவட்டம்** (corolla). இதன் பிரிவுகளுக்கு **அல்லிகள்** (petals) என்று பெயர். சில பூக்களின் அல்லிவட்டம் வசீகரமான வாசனையும் நிறமுமுடையது. அல்லிகள் நிறத்திலும் எண்ணிக்கையிலும் பூவிற்குப் பூ மாறுபடும். அல்லிவட்டம் உள்ளிருக்கும் பாகங்களுக்குக் கெடுதி ஏற்படாமல் பாதுகாப்பதுடன், இனப்பெருக்கம் ஏற்படுவதற்கும் உதவி செய்கின்றது. அல்லிவட்டத்திற்குள் நுனியில் பைகளைத் தாங்கி

நிற்கும் கம்பி போன்ற நீண்ட பாகங்கள் காணப்படும். இவைகள் **மகரந்தக் கேசரங்கள்** (stamens) எனப்படும். ஒவ்வொரு கம்பியின் நுனியிலுள்ள பைக்கும் **மகரந்தப்பை** (anther) என்று பெயர். இம் மகரந்தப் பைகளில் **மகரந்தம்** (pollen) என்ற மஞ்சள் நிறமான பொடி இருக்கிறது. மகரந்தம் ஒரு ஜீவ அணு. இது நுண்ணிய உருண்டையான பொருள்களாலாகியது. இப்பொருள்களுக்கு **மகரந்த மணிகள்** (pollen grains) என்று பெயர். மகரந்தப் பையைத் தாங்கி நிற்கும் காம்பு **தாள்** (filament) எனப்படும். மலரின் மத்தியிலிருந்து ஒரு தூண் போன்ற பாகம் கிளம்புகிறது. அதன் அடிப் பாகம் பருத்து ஒரு அறை போன்றும், மேல் பாகம் ஒரு மொட்டுப் போன்றும் காணப்படுகிறது. இது **சூலகம்** (pistil) எனப்படும். இது மூன்று பிரிவுகளையுடையது. அடியில் பருத்து அறை போன்ற பாகத்தை **சூற்பை** (ovary) என்றும், நடுவில் தண்டு போன்றதை **சூல்தண்டு** (style) என்றும், மொட்டுப் போன்ற மேல் பாகத்தை **சூல்முடி** (stigma) என்றும் சொல்வார்கள். சூற்பையினுள் உருண்டை அல்லது முட்டை வடிவமுள்ள **சூல்கள்** (ovules) காணப்படும். சூல்கள் ஒரு வித ஜீவ அணுக்கள். ஒரு மலரிலுள்ள பாகங்களில் இனப் பெருக்கத்திற்கு மிகவும் அவசியமான பாகங்கள் சூலகமும் மகரந்தக் கேசரங்களுமே. மகரந்தக் கேசரங்கள் பூவின் ஆண்பாகம்; சூலகம் பூவின் பெண்பாகம்.



படம் 93. ஊமத்தம்பூவின் பாகங்கள்
1. அல்லிவட்டம், 2. புல்லிவட்டம், 3. மகரந்தப் பை, 4. மகரந்தத் தாள், 5. சூல்முடி, 6. சூல் தண்டு, 7. சூற்பை

ஒரு புஷ்பத்தில் மேற்கூறப்பட்ட எல்லா பாகங்களுமிருந்தால் அதைப் பூர்த்தியான புஷ்பம் என்று சொல்லுகிறோம். சில

புஷ்பங்களில் சூலகம் மட்டுமிருக்கும். இவை பெண் பூக்கள். சில புஷ்பங்களில் மகரந்தக் கேசரங்கள்மட்டு மிருக்கும். இவை ஆண் பூக்கள். இவ்வித புஷ்பங்கள் ஒருபால் **புஷ்பங்கள்** (unisexual) எனப்படும். கேசரங்கள், சூலகம் இவ்விரண்டும் உள்ள புஷ்பம் இருபால் **புஷ்பம்** (bisexual or hermaphrodite) எனப்படும். பூவரசம்பூ, ஊமத்தம்பூ, ஆத்திப்பூ, செம் பருத்திப்பூ இவற்றில் ஆண்பாகமும் பெண்பாகமும் ஒரே பூவில் இருக்கின்றன. இவை இருபால் புஷ்பங்களாகும். பூசணி, புடல், தென்னை இவைகளில் ஆண்பூக்களும் பெண் பூக்களும் ஒரே தாவரத்தில் காணப்படும். பனைகளில், சிலவற்றில் ஆண் பூக்களும் சிலவற்றில் பெண் பூக்களும் இருக்கும். ஆதலால் தான் பனைகளை ஆண்பனை யென்றும் பெண்பனை யென்றும் பிரித்துக் கூறுவது வழக்கம்.

வெவ்வேறுவகைப் பூக்களுக்குத் தக்கவாறு அவற்றின் உறுப் புக்களும் அமைப்பு முறையில் வேறுபட்டுள்ளன. இதை அவரைப்பூ, காக்கரட்டான்பூ, பூவரசம்பூ முதலியவைகளில் நன்கு காணலாம்.

புல்லிவட்டமும், அல்லிவட்டமும் இனப் பெருக்கத்திற்கு உதவிசெய்யும் பாகங்கள். சூலகமும், மகரந்தக் கேசரங்களும் இனப்பெருக்கத்திற்கான பாகங்கள்.

இனி, புஷ்பங்களிலிருந்து எவ்விதம் காய் கனிகளும் விதை களும் உண்டாகி, தாவரங்களின் இனவிருத்தி ஏற்படுகிறது என்று கவனிப்போம்.

மகரந்தச் சேர்க்கையும், கருவுறுதலும் : விதைகளை உண்டாக்குவதே புஷ்பத்தின் வேலை. விதைகள் உண்டாவதற்கு மகரந்தச் சேர்க்கை, கருவுறுதல் என்ற இரண்டு நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறவேண்டும். ஒரு புஷ்பத்திலுள்ள மகரந்தத்தூள் சூல்முடிக்கு இடமாற்றம் அடைவதற்கு அல்லது சூல்முடிக்குக் கொண்டு சேர்க்கப்படுவதற்கு **மகரந்தச் சேர்க்கை** (pollination) என்று பெயர். சூற்பையிலுள்ள சூல்களாகிய ஜீவ அணுக் களுடன் மகரந்தமாகிய ஜீவஅணு கலப்பதே **கருவுறுதல்** (fertilisation) எனப்படும். இதனால் தான் கேசரங்களும்

சூலகமும் புஷ்பத்தின் முக்கிய உறுப்புகள் என முன்பே கூறப் பட்டது. மகரந்தச் சேர்க்கை இயற்கையில் இருவகைகளில் நடைபெறுகிறது. ஒரு புஷ்பத்தின் மகரந்தம் அதே புஷ்பத்தி லுள்ள சூல்முடியில் நேராக விழுவது ஒருவகை. இவ்வகைக்குத் **தன் மகரந்தச் சேர்க்கை** (self-pollination) என்று பெயர். ஒரு புஷ்பத்தின் மகரந்தம் அதே செடியின் அல்லது அதே இனச் செடியின் வேறொரு புஷ்பத்தின் சூல்முடியை அடைந்தால் அது **அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை** (cross-pollination) ஆகும்.

தன்மகரந்தச் சேர்க்கை இருபால் புஷ்பங்களில்தான் நடை பெற முடியும். ஒருபால் புஷ்பங்களில் நடைபெற முடியாது. இது தற்செயலாகத்தான் நிகழ்கிறது. இயற்கையில் ஏற்படும் மகரந்தச்சேர்க்கை பெரும்பாலும் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையே. ஏனெனில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையால் உண்டாகும் விதைகள் பலவீனமாயிருக்கும். இதனாலேயே இயற்கையில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படாமலிருப்பதற்காகச் சூலகமும், கேசரங்களும் ஒரே சமயத்தில் பக்குவமடையாமல் வெவ்வேறு சமயங்களில் பக்குவமடைகின்றன. சில புஷ்பங்களில் சூல்முடி மகரந்தப் பைகளைவிட உயரமாகவு மிருக்கிறது. அயல் மகரந்தச் சேர்க் கையினால் உண்டாகும் விதைகள் செழிப்பான தாவரங்களை உண்டுபண்ணுகின்றன.

பூச்சிகள்: மகரந்தச் சேர்க்கை சாதாரணமாகத் தேனீக் கள், வண்ணாத்திப் பூச்சிகள், வண்டுகள் முதலியவற்றால் ஏற் படுகிறது. புஷ்பத்திற்குள்ளிருக்கும் மதுவை நாடி ஒரு தேனீ சென்றால், அதன் உடலில் மகரந்தம் ஒட்டிக்கொள்கிறது. வேறொரு புஷ்பத்திற்குள் இத்தேனீ புகும்போது, அல்லது உள்ளிருந்து வெளிவரும்போது முதல் புஷ்பத்தின் மகரந்தம் இப்புஷ்பத்தின் சூல்முடியில் சேர்க்கப்படுகிறது. இவ்விதம் தேனீக்களும், வண்டுகளும் புஷ்பங்களிலிருக்கும் தேனை உண்பதற்காகப் பல பூக்களில் நுழைந்து வெளிவருவதால் ஒரு பூவிலிருக்கும் மகரந்தத்தூள் மற்றொரு பூவின் சூல்முடியைச் சேருகிறது.

மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்காகவே, பூச்சி,

வண்டு, தேனீ இவைகளை வசீகரிக்கும்படி புஷ்பங்கள் மணமும், பலவகை நிறமும், மதுவும் நிறைந்துள்ளன.

தண்ணீர் : சில நீர்த்தாவரங்களில் நீரின் உதவியால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. சில நீர்த்தாவரங்களின் பெண் புஷ்பங்கள் தண்ணீர்மீது மிதந்துகொண்டிருக்க, ஆண் புஷ்பங்கள் தாவரத்தை விட்டுத் தனியே பிரிந்து தண்ணீரில் மிதந்து சென்று பெண் புஷ்பங்களை அடைவதால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

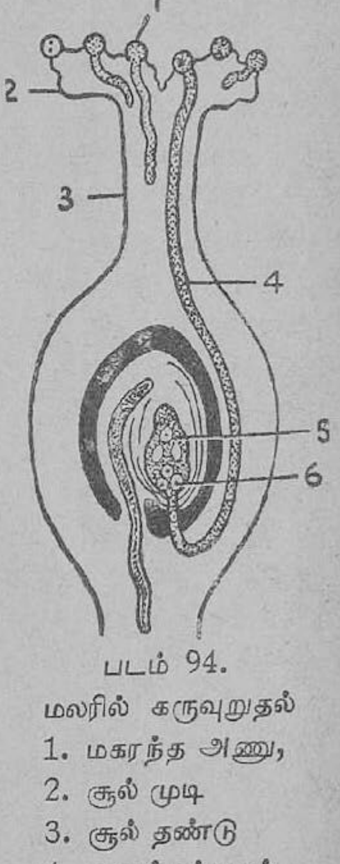
காற்று : நிறமும் மணமும் அற்ற புல்வகைத் தாவரங்களின் புஷ்பங்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை காற்றினால் நடைபெறுகிறது. காற்றடிக்கும்போது மகரந்தப் பைகளிலிருந்து மகரந்தத்தூள் உதிர்ந்து காற்றினால் வேறு செடிகளிலிருக்கும் பூக்களுக்கு எடுத்துச்செல்லப்பட்டு அங்குள்ள சூல் முடிகளோடு சேருகிறது. காற்றினால் தூள் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் பெரும்பகுதி கீழே விழுந்து வீணாகிவிடும். ஆதலால் இவ்வகைப் புஷ்பங்களில் மகரந்தத்தூள் அதிக அளவில் உற்பத்தியாகிறது. மேலும், மகரந்தம் காய்ந்தும், ஒட்டிக்கொள்வதற்கேற்ப வழவழப்பாயுமிருக்கும். விழும் தூளை ஏற்றுக்கொள்வதற்காக சூல் முடிகள் அகன்று பல பிரிவுகளாக அமைந்திருக்கும். புல், நெல், தென்னை, கமுகு, ஈந்து முதலிய தாவரங்களில், காற்றின் உதவியினாலேயே பெரும்பாலும் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்கிறது.

பிராணிகள் : பிராணிகளும் பறவைகளும் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு உதவிபுரிகின்றன. மயிற்கொன்றை, இலவு, முருங்கை முதலிய தாவரங்களின் புஷ்பங்கள் இவ்வகைக்கு உதாரணமாகும்.

கருவுறுதல் : புஷ்பத்தின் சூல்முடி அகன்ற பரப்பையுடையது. மகரந்தம் சூல்முடியில் விழுந்ததும் அங்குள்ள பசைபோன்ற திரவத்தில் ஊறி வளர்ந்து, கீழ்நோக்கி ஒரு மெல்லிய குழாயை விட்டுக்கொண்டே சென்று சூற் பையை அடைகிறது. மகரந்தத்தூளின் ஒவ்வொரு அணுவிலிருந்தும் ஒரு நுண்ணிய குழாய் நீண்டு சூல் தண்டின் வழியே சூல்பையை அடையும். இங்கு மகரந்தத்திலுள்ள ஜீவ அணு,

சூற்பையிலுள்ள சூல்களாகிய ஜீவ அணுவுடன் ஐக்கியமடைகிறது. இவ்வாறு மகரந்தமும் சூலும் ஐக்கியமாவதே (அல்லது கலந்து ஒன்றுபடுவதே) கருவுறுதல் எனப்படும்.

கருவுறுதல் நடந்த பிறகு சூற்பை பருத்து நாளடைவில் காயாகவும் சூல் விதையாகவும் மாறுகின்றன. பூவின் மற்ற பாகங்களாகிய, புல்லிகள், அல்லிகள், சூல்முடி, சூல்தண்டு முதலியவைகள் வாடத்தொடங்கி முடிவில் உதிர்ந்து விடுகின்றன. சில புஷ்பங்களில் பூவின் மற்ற பாகங்களும் சூற்பையோடு சேர்ந்து வளர்ந்து காயாக மாறுகின்றன. கத்தரிச் செடியில் காயோடு புல்லிவட்டமும் வளர்கிறது. சில பூக்களில் பூக்காம்பின் நுனியே காயின் ஒரு பாகமாக அமைகிறது. பட்டாணி, ஆப்பிள் இவைகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.



படம் 94.
மலரில் கருவுறுதல்
1. மகரந்த அணு,
2. சூல் முடி
3. சூல் தண்டு
4. மகரந்தக்குழல்,
5, 6. சூற் பையிலுள்ள சூல்கள்

காய்கள் முழுவளர்ச்சி பெற்றுப் பழமாகின்றன. அப்பொழுது உள்ளிருக்கும் விதைகள் முற்றி இனப்பெருக்கத்திற்கு ஏற்ற பக்குவத்தை அடைகின்றன. இவ்விதைகள் நிலத்தில் விழுந்து முளைத்துப் புதுத்தாவரங்களை உண்டாக்குகின்றன.

எனவே விதைகளிலிருந்து செடிகளும், செடிகளிலிருந்து புஷ்பங்களும், காய்களும், விதைகளும் மாறிமாறி உண்டாகின்றன. இவ்விதம் தாவர இனம் அபிவிருத்தியடைகிறது.

கேள்விகள்

1. பூவின் படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறிப்பிடுக.
2. பூர்த்தியான புஷ்பம் என்றால் என்ன ? உதாரணங்கள் தருக.
3. புல்லிவட்டத்தின் வேலை யாது ?

4. அல்லிவட்டத்தின் வேலைகள் யாவை?

5. ஆண் பூ, பெண் பூ என்றால் என்ன? ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு உதாரணம் தருக.

6. சூலகத்தின் பிரிவுகளை எழுதுக.

7. மகரந்தச் சேர்க்கை என்றால் என்ன?

8. தன் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்குமுள்ள வித்தியாசமென்ன?

9. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை என்றால் என்ன? இது எவ்விதங்களில் நடைபெறுகிறது?

10. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற உதவி செய்பவை யாவை? ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு உதாரணம் கொடு.

11. பூச்சிகள் மலர்களை விரும்பி வருவதனால் உண்டாகும் பயன் யாது?

12. பூச்சிகள் விரும்பிவருவதற்கேற்ப, பூக்களில் காணப்படும் பிரத்தியேக அமைப்புகள் என்னென்ன?

13. கருவுறுதல் என்பதை விளக்குக.

14. புஷ்பம் எப்படிக் காயாக மாறுகிறது? அதில் அப்பொழுது ஏற்படும் மாறுதல் யாது?

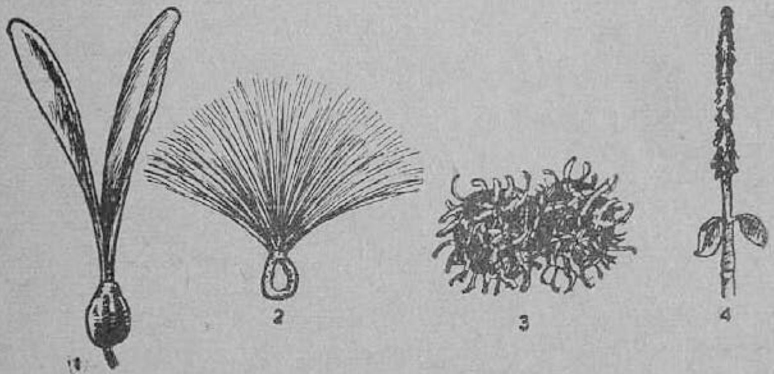
15. கருவுறுதலுக்குப்பின் பூவிலுண்டாகும் மாறுதல்கள் யாவை?

19. விதைகள் பரவுதலும், விதையிலாப் பெருக்கமும்

[விதைகள் பரவுதல்—விதையிலாப் பெருக்கம் (vegetative reproduction)—ஒட்டுதல் (grafting), பதியம் போடுதல் (layering), வெட்டி நடுதல் (cutting).]

தாவரங்கள் விதைகளை உண்டாக்குவது தங்கள் இனத்தைப் பெருகச் செய்வதற்கே. நாம் சாதாரணமாக விதைகளிலிருந்தே செடிகளை உண்டாக்குகிறோம். தாவரங்கள் விதைகளை உண்டாக்குவதோடு நிற்காமல், அவ்விதைகளைத் தங்கள் அருகிலேயே விழுந்துவிடாமல் வேறு இடங்களுக்குப் போய்ச்சேருமாறு செய்ய, பல சாதனங்களையும் பெற்று இனத்தை விருத்தி செய்கின்றன. ஒரு தாவரத்தின் விதைகள் தாய்மரத்தின் நிழலிலேயே

விழுந்து முளைத்தால், சிறு தாவரங்கள் வளர்வதற்குத் தேவையான ஆகாரம் கிடைப்பது அரிது. புதுத் தாவரங்கள் சரியாக வளர முடியாது. உணவு, சூரியஒளி முதலியவைகளைப் பெறுவதற்குத் தாய்ச் செடியுடன் இப்புதுத் தாவரங்கள் போட்டியிட நேரிடும். முடிவில் தாய்ச் செடியே வெற்றியடையும். புதுத் தாவரங்கள் நசித்துவிடும். இனப்பெருக்கம் நடைபெருது. ஆதலால் இனப்பெருக்கம் அடைய, விதைகள் பலவிடங்களுக்கும் பரவ வேண்டும். இவ்விதம் பரவுவதற்கு விதைகள் பல சாதனங்களைப் பெற்றிருப்பதுடன், மனிதர், பிராணிகள், காற்று, நீர் முதலியவைகளும் துணைபுரிகின்றன.



படம் 95. சில வகை விதைகள்

1. தணக்கு விதை, 2. எருக்குவிதை, 3. ஊமத்தங்காய், 4. நாயுருவி

காற்று : பழங்களும் விதைகளும் காற்றினல் அடித்துச் செல்லப்படும் வகையில் சில அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. விதைகள் இலேசாக இருக்கும் ; மிகச் சிறியனவாகவுமிருக்கும். விதைகள் இறக்கைகளையோ, கொண்டைகளையோ பெற்றிருக்கும். தணக்கு, முருங்கை, குங்கிலியம் போன்ற தாவரங்களின் காய்கள் தட்டையாகவும் இறக்கைகள் போன்ற அமைப்பு உள்ளதாகவும் காணப்படுகின்றன. பருத்தி விதையைச்சுற்றிப் பஞ்சு அமைந்திருக்கிறது. இந்த இலேசான பஞ்சு காற்றினல் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் அதனுடன் பருத்தி விதையும் வேறு இடங்களுக்குப் போய்ச் சேருகிறது. எருக்கு விதைகள்

உரோமக் கற்றைகளைப் பெற்றிருப்பதால் காற்றில் மிதந்து செல்ல வசதியாயுள்ளது. சில விதைளில் பாரச்சூட்போல உதவும் உரோமங்கள் அமைந்துள்ளன. இவ்விதம் விதைகளைச் சுற்றி இயற்கையில் சுலபமாய் பறந்து செல்ல உதவும் இலேசான அமைப்புகள் இருப்பதால் இவ்விதைகள் காற்றினுல் வேறு இடங்களுக்குப் பரவுகின்றன.

தண்ணீர் : தண்ணீரின் உதவியால் மற்ற இடங்களுக்குப் பரவும் விதைகள் தண்ணீரில் மிதப்பதற்கேற்றவாறு அமைந்திருக்கவேண்டும். புன்னை, தெள்ளுக் கொட்டை, தேங்காய் முதலியவை நீரினுல் பரவுகின்றன. தேங்காயின் வெளியுறை இலேசான நார்களினுல் ஆனது. இவை வெகுதூரம் நீரில் மிதந்து செல்ல முடியும். நீரில் மிதக்கும் விதைகள் இலேசாகவும் காற்றறைகள் கொண்டதாகவுமிருக்கும்.

பிராணிகள் : சுற்றிலும் சதைப் பற்றுள்ள விதைகள், மனிதர்களாலும், பறவைகளாலும், மிருகங்களாலும் பரவச் செய்யப்படுகின்றன. சுவையுள்ள பழங்களை விதைகளோடு பறவைகள் விழுங்கி விடுகின்றன. விதைகள் ஜீரணிக்கப்படாமல் மலத்துடன் வெளிவந்து, பிறகு முளைத்துச் செடிகளாக வளர்கின்றன. வேம்பு, கொய்யா, அத்தி, ஆல் முதலியவை இதற்குச் சிறந்த உதாரணங்களாகும். இவ்வாறு விதைகள் பரவியே கோவில் மதில்களிலும், கோட்டைச் சுவர்களிலும் பலவிதச் செடிகள் முளைக்கக் காண்கிறோம்.

சில விதைகள் அல்லது காய்களில் கொக்கிகள், முட்கள், பசைகள் போன்ற பிரத்தியேக அமைப்புகள் உள்ளன. இவை பிராணிகளில் உடலில் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இவ்விதம் இவை பிராணிகளால் வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. நெருஞ்சி, நாயுருவி, தேள்கொடுக்குக் காய், ஒட்டுப் புல், மூக்குத்திக் கனி இவைகள் இதற்குச் சிறந்த உதாரணங்களாகும். புல்லுள்ள சில இடங்களில் நாம் உட்கார்ந்தால் சில முட்கள் பொதிந்த விதைகள் நம் ஆடையில் ஒட்டிக் கொள்வதைப் பார்க்கிறோம்.

வெடித்துப் பரவுதல் : சில கனிகள், பக்குவமடைந்ததும்

வெடித்து, அவைகளின் விதைகள் சிதறுகின்றன. காசித் தும்பைக் கனி முதிர்ந்தவுடன் அதன் வெளிப் பாகம் சுருண்டு சுருங்கி, உள்ளிருக்கும் விதைகள் சிதறடிக்கப்படுகின்றன. எச்சில்பட்டு வெடித்துப் பரவுகின்றன பட்டாஸ் காயின் விதைகள். சூரிய வெப்பத்தினுல் வெடித்துச் சிதறுபவை வெண்டை, வெள்ளரிக்காய் முதலியவற்றின் விதைகள்.

தோற்றம்: சில செடிகள் பிராணிகளை ஏமாற்றித் தம் இனத்தைப் பரவச் செய்கின்றன. குன்றிமணி சிவந்த பழம் போன்றிருக்கிறது. ஆமணக்கு, காட்டாமணக்கு முதலியவை தூரத்திலிருந்து பார்ப்பதற்கு வண்டுகள் போன்றிருக்கும். பறவைகள் அவற்றைப் பார்த்து ஏமாந்து தூக்கிச் சென்று உண்ண ஆரம்பித்ததும் தம் தவற்றை உணர்ந்து, அவ்விதைகளைக் கீழே எறிந்து விடும். இவ்விதம் காய்கள் அல்லது விதைகள் தங்கள் தோற்றத்தினுலேயே வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

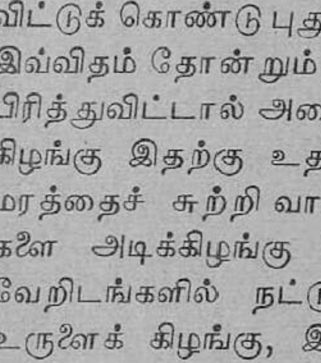
இனப் பெருக்கம்: முன் பாடத்தில் மகரந்தத் தூள் சூல்களோடு ஐக்கியமடைந்து விதைகள் உண்டாகின்றன என்றும், விதைகள் தாவரங்களின் இனப் பெருக்கத்திற்கு ஆதாரம் என்றும் படித்தோமல்லவா? மகரந்தச் சேர்க்கையினுல் உண்டாகும் விதைகளால் செடிகள் இனப் பெருக்கம் அடைவதற்குக் **கலவிப் பெருக்கம்** (sexual reproduction) எனப் பெயர்.

தாவரங்கள் பிற முறைகளிலும், விதைகளில்லாமல், இனப் பெருக்கத்தை நிகழ்த்துகின்றன. இம்முறைகளுக்கு **விதையிலாப் பெருக்கம்** (vegetative reproduction) எனப் பெயர்.

விதையிலாப் பெருக்கம்: எல்லாத் தாவரங்களும் விதைகளிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படுவதில்லை. சில மரங்களையும், சில பூச்செடிகளையும் விதைகளில்லாமல் உண்டாக்குகிருர்கள். வாழை மரம், ரோஜாச் செடி, கரும்பு, குரோட்டன்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. பதியன் போட்டும், வெட்டி நட்டும், ஒட்டியும் செடிகளை உண்டாக்குகிருர்கள்.

விதையிலாப் பெருக்கத்தில், ஒரு தாய்ச் செடியிலிருந்து ஒரு பிரத்தியேகமான பாகத்தைப் பிரித்து அதிலிருந்து நேரடி

யாகத் தாயை ஒத்திருக்கும் மற்றெரு புதுச் செடியை வளரச் செய்கிறுர்கள். பிரிக்கப்பட்ட பாகத்தில் சில குருத்துக்கள் (buds) தோன்றும். இந்தக் குருத்துக்கள் பூமியில் ஈர மண்ணில் நடப்பட்டதும் இவைகளிலிருந்து கீழ்நோக்கிப் பூமிக்குள் செல்லும் வேர்களும் மேல் நோக்கிச் செல்லும் தண்டுக் கிளைகளும் (shoots) தோன்றி புதுச் செடிகள் உண்டாகும். சில செடிகளில் கிளைக் கொடிகள் தரைமீது படர்ந்து கணுக்களில் வேர் விட்டுக் கொண்டு புதுச் செடிகள் உண்டாகக் காரணமாகின்றன. இவ்விதம் தோன்றும் புதுச் செடிகளைத் தாய்ச் செடியினின்றும் பிரித்துவிட்டால் அவை தனிச் செடிகளாகும். சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு இதற்கு உதாரணமாகும். முதிர்ச்சியடைந்த வாழை மரத்தைச் சுற்றி வாழைக் கன்றுகள் காணப்படும். இக்கன்றுகளை அடிக்கிழங்கு போன்ற பாகத்துடன் வெட்டி எடுத்து, வேறிடங்களில் நட்டுத் தண்ணீர் ஊற்றி வளர்க்கின்றனர். உருளைக் கிழங்கு, இஞ்சி, சேனை முதலிய கிழங்கு வகைகளில் துண்டுகளை வெட்டி ஈர மண்ணில் புதைத்து வைத்தால் அத் துண்டுகளிலிருந்து புதுச் செடிகள் உண்டாகின்றன. ஒடு கொடிகள் (runners), **கிழங்குகள்** (tubers), **பூண்டுகள்** (bulls), **கந்தங்கள்** (corms), **ஒட்டுறுப்புகள்** (suckers), **மட்டத் தண்டு கிழங்குகள்** (rhizomes) ஆகிய இவைகள் எல்லாம் விதையிலாப் பெருக்க முறையிலேயே தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன.

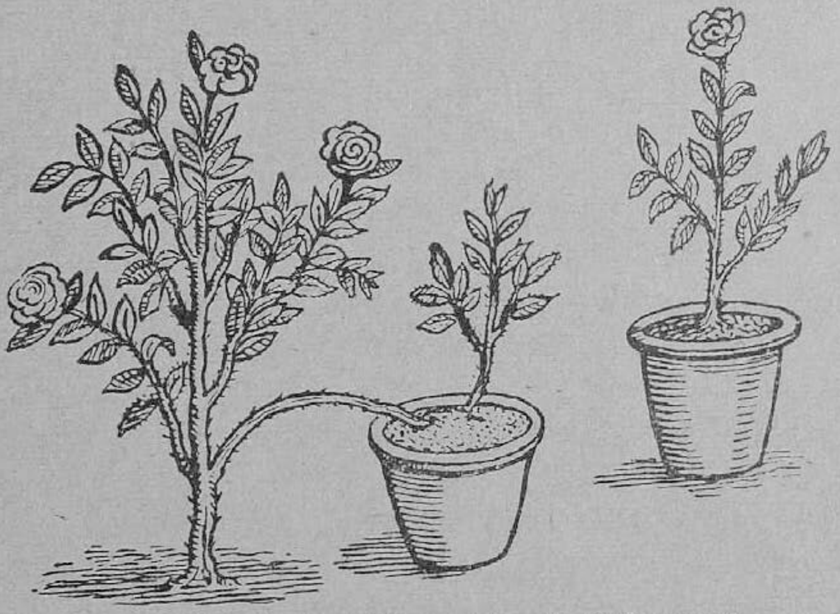


படம் 96. போத்து வெட்டி நடுதல்

கிளை வெட்டி நடுதல் (cutting:) ரோஜாச் செடியிலிருந்தும் குரோட்டன் செடியிலிருந்தும், கரும்பிலிருந்தும் செழிப்பாக வளர்ந்த கிளைகளைக் கணுக்களுடன் வெட்டி, அவற்றைப் பூமியில் நட்டுத் தண்ணீர் ஊற்றி, புதுச் செடிகளை உண்டாக்குகிறுர்கள். நட்ட கிளைகளின் அடிப் பாகங்களில் வேர்கள் உற்பத்தியாகிப் புதிய செடிகள் வளரும். பூவரசு, ஆல், முருங்கை, உதியன்,

வேம்பு போன்ற மரங்களின் கிளைகளை வெட்டி அடி முனையைப் பூமியில் நட்டு, மேல் முனையைக் காய்ந்து போகாமல் ஈரக் களி மண்ணால் மூடி வைக்கவேண்டும்; தினந்தோறும் நீர் ஊற்ற வேண்டும். நாளடைவில் நடப்பட்ட கிளை, வேர் விட்டுப் பூமியில் ஊன்றும்; புதிய கிளைகளும் இலைகளும் தோன்றி, மரமாகும். இதை அனுசரித்தே தோட்டங்களுக்குப் பாதுகாப்பாக வேலியடைக்கும் போது, வேலிக்கால்களாகக் கிளுவை மரக் கிளைகளை வெட்டி நடுவது வழக்கம்.

பதியம் போடுதல் (layering): வளையக் கூடிய கிளையுடைய ரோஜா, அரளி போன்றவற்றை இம்முறையில் பயிர்

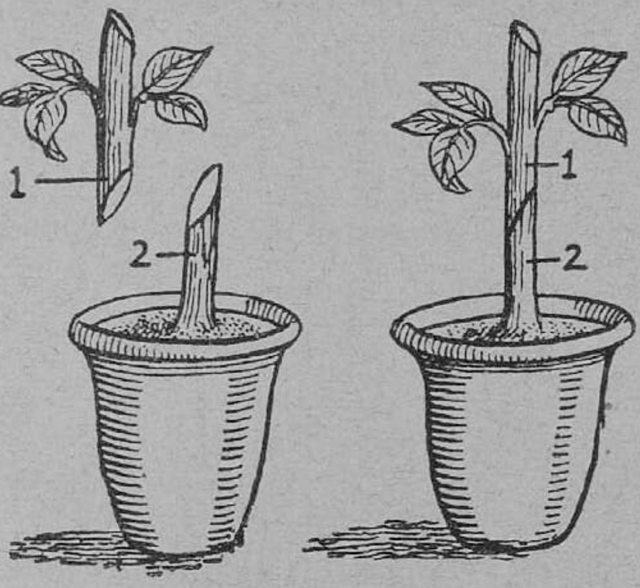


படம் 97. ரோஜாச் செடியைப் பதியம் போடுதல்

செய்யலாம். முதிர்ந்த கணுக்களுள்ள ஒரு கிளையை வளைத்து, நுனி வெளியிலிருக்கும்படியும், நடுப் பகுதி மண்ணில் புகுந்து பொதிந்திருக்கும் படியும் நடவேண்டும். நீர் ஊற்றி வர வேண்டும். புதைக்கப்பட்ட பாகத்திலிருந்து வேர்கள் உண்டாகும். வேர்கள் நன்கு ஊன்றிய பிறகு, தாய்ச் செடியின்

பக்கத்தில் கிளையை வெட்டிவிட வேண்டும். வேர் ஊன்றிய இப் பகுதியிலிருந்து இலைகள் தோன்றிப் புதிய செடி வளரும்.

ஒட்டுதல் (grafting): ஒரு செடியின் தண்டை நடுவில் வெட்டிவிட்டு, மற்றொரு செடியின் கிளையொன்றை வெட்டி, முன்



படம் 98. ஒட்டுதல் 1. உயர்ந்த ரகத் தாவரத்தின் கிளை (ஒட்டு)
2. மட்ட ரகத் தாவரத்தின் தண்டு (தறி)

வெட்டிய தண்டினுடன் பொருத்திக் கட்ட வேண்டும். இவை நாளடைவில் பொருந்தி, சேர்ந்து கொண்டு ஒரே செடியாகும்.

ஒட்டுதல் என்பது ஒரு தாவரத்தின் தண்டை வெட்டியெடுத்துவிட்டு, அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு தாவரத்தின் தண்டில் வெட்டிய கிளையைப் பொருத்திக் கட்டுவதேயாகும். எனவே ஒட்டுதலுக்கு இரண்டு செடிகள் அவசியம். கிளை நன்றாகப் பலன் கொடுக்கும் மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும். இதை ஒட்டு (scion) என்றும் மற்றொன்றை அடிமரம் அல்லது தறி (stock) என்றும் கூறுவார்கள். ஒட்டு, அடிமரம் இரண்டும் ஒரே அளவு கனமுடையதாக இருத்தல் அவசியம். அடிமரம், ஒட்டு இவ்விரண்டிலும் சாய்வாக வெட்டவேண்டும். பின்பு தறியும் ஒட்டப்படும் கிளையும் ஒன்றாகப் பொருத்தப்பட

வேண்டும். இவ்விதம் செய்வது கட்டுப் போடுதல் (ligature) எனப்படும். இப்பொருத்து மூட்டில் காற்று நுழையாவண்ணம் சாணம் கலந்த களிமண் உருண்டையால் மூடிவைக்கவேண்டும். இவ்விதம் ஒட்டுதலில், பிளவு செய்து ஒட்டுதல் (cleft grafting) என்றும் கசை ஒட்டுதல் (whip grafting) என்றும் இருவகை உண்டு.

ஒட்டுதலினுல் ஏற்படும் அனுகூலம்: (1) சிறந்த இயற்கைக் குணங்கள் அமைந்துள்ள பழ மரங்களின் வகைகளைப் பெருக்கவும் நிலைபெறவும் செய்யலாம்.

(2) ஒட்டுச்செடி நீண்டு உயர்ந்து வளராது குறுகிக் கவிந்து வளர்ந்து அதிக அளவில் நல்ல பலனைக் கொடுக்கும்.

கேள்விகள்

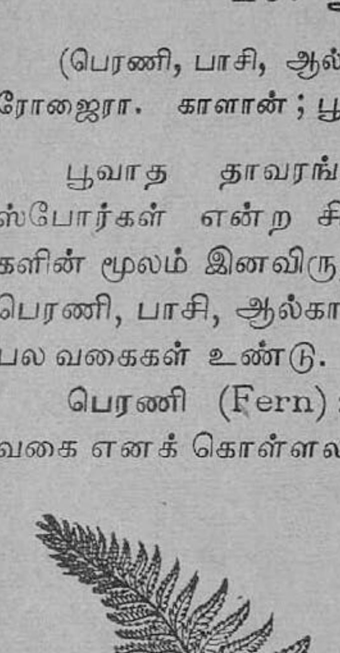
1. விதைகள் பரவுதலின் அவசியம் யாது?
2. விதைகள் பரவுவதற்கு உதவியாயிருப்பவை யாவை?
3. பழத்திலோ விதைகளிலோ இறக்கைகள் பெற்றுள்ள சில செடிகளைக் கூறு.
4. விதைகள் காற்றின் உதவியால் பரவுவதற்கு எவ்வகை அமைப்புகள் அமைந்துள்ளன?
5. பிராணிகள் எவ்வாறு விதைகளைப் பரவச் செய்கின்றன? உதாரணம் தருக.
6. விதையிலாப் பெருக்கம் என்ருல் என்ன?
7. எத்தகைய தாவரங்களை விதைகளைக்கொண்டு உற்பத்தி செய்யலாம்?
8. விதைகளில்லாமல் வேறு முறைகளில் செடிகளை உண்டாக்குவதில் ஏற்படும் நன்மைகள் யாவை?
9. பதியம் போட்டு உண்டாக்கக்கூடிய செடிகள் யாவை?
10. பதியம் போடுதல் முறையை விவரி.
11. ரோஜாச் செடியை எவ்விதம் உற்பத்தி செய்கிருர்கள்?
12. கரும்பு, வாழைமரம் இவைகளின் இனப் பெருக்கம் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது?
13. உருளைக் கிழங்கு எவ்வாறு இனப் பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது?
14. ஒட்டுதலில் எத்தனை வகைகள்? ஒவ்வொன்றையும் பற்றிச் சிறு குறிப்பெழுதுக.
15. ஒட்ட வைத்தல் எவ்வகையில் பயன் தருவதாகும்?

20. பூவாத தாவரங்கள்

(பெரணி, பாசி, ஆல்காக்கள். இவற்றின் வெளித் தோற்றம்—ஸ்பைரோஜைரா. காளான்; பூஞ்சக் காளான்—அதன் உணவு.)

பூவாத தாவரங்கள் விதைகளை யுண்டாக்குவதில்லை; ஸ்போர்கள் என்ற சிறிய கணங்களை உண்டுபண்ணி அவைகளின் மூலம் இனவிருத்தி செய்கின்றன. பூவாத தாவரங்களில் பெரணி, பாசி, ஆல்காக்கள், காளான், பூஞ்சக்காளான் எனப் பல வகைகள் உண்டு.

பெரணி (Fern): இது பூவாத தாவரங்களில் உயர்ந்த வகை எனக் கொள்ளலாம். பெரணிகள் நிழலும் ஈரமும் அதிகமாக உள்ள உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் அதிகமாகக் காணப்படும். காடுகளிலும், குன்றுகளின் உச்சிகளிலும் இவை அதிகமாக வளர்கின்றன. சில இடங்களில் பெரணிகள் மரங்கள் போல் செழித்து வளருகின்றன. இவைகளுக்கு மரப் பெரணிகள் (tree ferns) என்று பெயர். இவை வேர், தண்டு, இலைகளுடன், பூக்கும் தாவரங்களைப் போல் இருக்கும். இவற்றின் பசுமையான மெல்லிய இலைகள் பார்வைக்கு அழகாயிருக்கும். பூக்கும் தாவரங்களைப் போலவே இவையும் தம் பசுமையான இலைகளைக் கொண்டு ஒளிச் சேர்க்கையினால் உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்ளும். இலைகள் பெரியதாகவும் நன்றாக வளர்ச்சி பெற்றும் ஓரங்களில் பிளவுபட்டு மிருக்கும். பெரணியின்டு தண் மண்ணுக்கு அடியில் கிடையாக வளர்வதால் இதை மட்டத் தண்டுக் கிழங்கு (rhizome) என்றும் கூறுவர். இத் தண்டிலிருந்து வேர்கள் வெளிவரும். இலைகளின் அடிப் பாகத்திலிருந்து

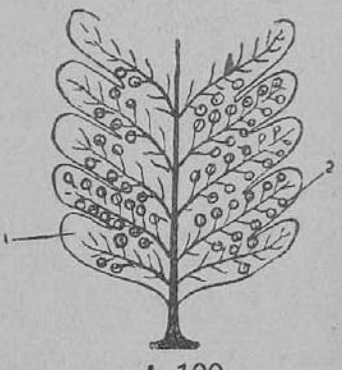


படம் 99. பெரணி

வேர்கள் வெளிவருவது உண்டு. இவ்வகை வேர்கள் இடம் மாறி வந்த வேர்கள் (adventitious roots) எனப்படும்.

பெரணியின் இலைகள் இளம் பருவத்தில் சுருண்டிருக்கும். இலைக் காம்பு ஒரு வில் விசை (spring) போன்று இலையோடு திருகிச் சுற்றியிருக்கும். வளர வளர முறுக்குகள் நீங்கி இலைகள் தட்டையாகும். தளிர் இலைகள் உரோமங்களாலும் செதில் களாலும் மூடப்பட்டிருக்கும். இவை பார்ப்பதற்கு அழகாகவும் மனத்தைக் கவரக்கூடிய வனப்பைப் பெற்றும் இருப்பதால் இச் செடிகளை தோட்டங்களில் வைத்து வளர்க்கிறார்கள். இந்த இலைகளுக்கு பிராண்டஸ் (fronds) என்று பெயர்.

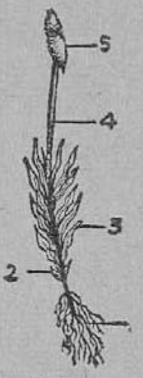
பெரணி இலையின் அடிப்பாகத்தில் பழுப்பு நிறமுள்ள சிறு மணிகள் போன்ற சில அமைப்புகள் இருக்கின்றன. சிற்றிலை களின் காம்பு பாகங்களில் இவ்வமைப் புகள் இரு வரிசைகளாகக் காணப் படும். இவைகளுக்கு ஸோரை (sori) என்று பெயர். இவை கறுப்புப் புள்ளி கள் போன்று தோற்றமளிக்கும். ஒவ் வொரு ஸோரஸிலும் ஏராளமான உறைகள் போன்ற ஸ்போராங்கியா (sporangia) உள்ளன. இவ்வுறை களில் ஸ்போர்கள் (spores) என்ற சிறிய துணிக்கைகள் இருக்கின்றன. ஸோரை பக்குவமடைந்ததும் வெடித் துப் பிளவு படுகின்றன. அவற்றினுள் ளிருக்கும் ஸ்போர்கள் சிதறுகின்றன. ஸ்போர்கள் பூமியில் விழுகின்றன. ஈரமான இடங்களில் விழுந்ததும் அங்கு படிந்து செடிகளாக முளைக்கின்றன. முதலில் ஸ்போர் பூமியில் விழுந்ததும், சிறிய பசுமையான மெல்லிய இலையைப் போன்ற ஒரு அமைப்புடன் வெளிக் கிளம்புகின்றது. இது இதய வடிவ முள்ளதாயிருக்கும். இதற்கு இளந்தாழை (prothallus) என்று பெயர். இதிலிருந்து புதிய பெரணி உண்டாகிறது. எனவே, பெரணியின் வாழ்க்கை இளந்தாழை, பெரணி என்ற



படம் 100.
பெரணி இலையில் ஸோரை
1. சிற்றிலை, 2. ஸோரை

இரு வேறு நிலைகளையுடையது. பெரணி முதலில் ஒரு வடிவத்திலும் பிறகு மற்றொரு வடிவமாகவும் மாறித் தன் இனத்தைப் பெருக்குகிறது. இது பெரணியிடம்தான் காணப்படுகிறது.

பாசி (moss) : பாசிகள் மழை பெய்தவுடன் மழை ஜலம் படும் சுவர்களிலும், ஈரமான மரப்பட்டைகளிலும், குளங்களின் படிக்கட்டுகளிலும், பாறைகளிலும், நிழல் படும் தரையிலும் படர்ந்து காணப்படும். இவை மிகச் சிறிய தாவரங்கள். பாசிகள் அரை அங்குல உயரத்திற்குமேல் வளருவதில்லை. இவைகளை உருப்பெருக்கியின் மூலம் சோதித்தால் இவைகளில் தனித் தனியே தண்டுகளும் இலைகளும் இருப்பது தெரியவரும். இலைகள் யாவும் தண்டைச் சுற்றிச் சுருளாக வளர்கின்றன. தண்டின் அடிப்பாகத்திலிருந்து மெல்லிய வேர் போன்ற அமைப்புகள் பூமிக்குள் செல்கின்றன. பாசிகளும் தம் பசுமையான பாகத்தினுல் ஒளிச்சேர்க்கை செய்து தமது உணவைத் தயாரிக்கின்றன. இவைகளின் தண்டுகளிலிருந்து ஸ்போர்களை உடைய பைகள் (ஸ்போர்க் கூடுகள்) உண்டாகின்றன. இவை வெடித்ததும் ஸ்போர்கள் பூமியில் விழுந்து புதிய பாசிகள் உண்டாகின்றன.



படம் 101. பாசி
1. வேர் போன்ற இழைகள் 2, 3. இலைகள் 4. தண்டு 5. ஸ்போர்க் கூடு

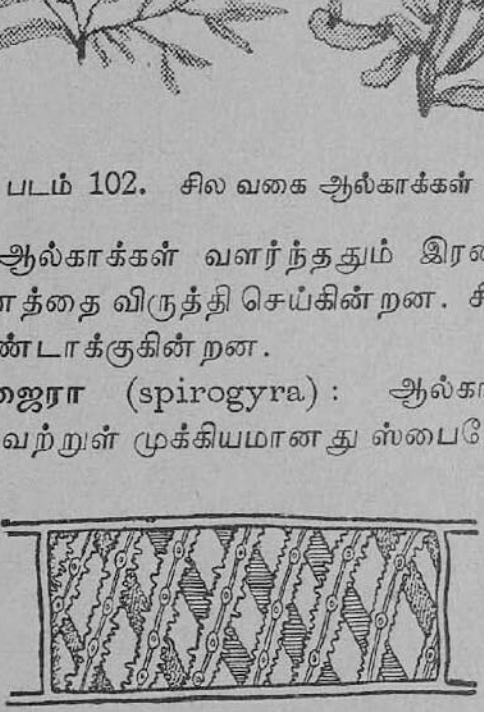
ஆல்காக்கள் : ஆல்காக்கள் சுத்த நீரிலும், சமுத்திர நீரிலும் வளரும் பசுமையான தாவர வகைகளாம். குட்டைகளிலும், குளங்களிலும், ஆறுகளிலும், கால்வாய்களிலும் இவை நூலிழை போன்று மிதக்கும். ஆல்காக்களில் அநேக வகையுண்டு. ஒரு வகையில் பின்னிக் கொண்டிருக்கும் நூலிழை போன்ற பாகங்களைக் காணலாம். ஒவ்வொரு இழையும் அநேக ஸெல்களால் ஆனது. சிலவற்றில் ஒரே ஸெல் தான் காணப்படும். கிளாமிடோமொனுஸ் இதற்கு உதாரணமாகும். சில ஆல்காக்களில் வேர்பாகமும் தண்டுப்பாகமும் தனித் தனியாக இருக்கும். சிலவற்றில் தண்டுடன் இலைகளும் சேர்ந்து

காணப்படும். இவைகளும் தம் பசுமையான பாகங்களாலேயே தங்களுக்கு வேண்டிய உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்

படம் 102. சில வகை ஆல்காக்கள்

கின்றன. சில ஆல்காக்கள் வளர்ந்ததும் இரண்டாகப் பிளவு பட்டு தமது இனத்தை விருத்தி செய்கின்றன. சில ஆல்காக்கள் ஸ்போர்களை உண்டாக்குகின்றன.

ஸ்பைரோஜைரா (spirogyra): ஆல்காக்களில் சுத்த நீரில் வளருவனவற்றுள் முக்கியமானது ஸ்பைரோஜைரா. இது



படம் 103. ஸ்பைரோ ஜைராவில்
சுருண்ட குளோரோவில் பட்டைகள்

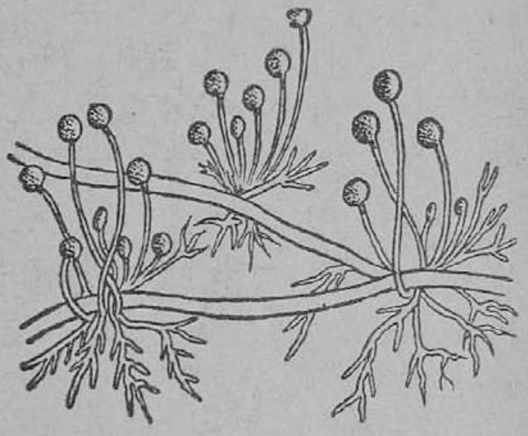
குளம், குட்டை, ஓடை, ஆறு முதலியவற்றில் காணப்படும். இதன் அமைப்பு மிகவும் எளியது. ஒன்றேடொன்று பொருந் தாத தாள்களை யுடையனவாய் திரண்டு நீர்ப்பரப்பின் மீது கிடக்கும். உடல்பாகம் ஒன்றேடொன்று நீளத்தில் இணைக்கப் பட்ட ஸெல்களால் ஆனது. தாள்களைச்சுற்றி வழுவழுப்பான ஓர் உறை உள்ளது. ஸெல்லின் சுவர்கள் தடிப்பாக இருக்கும். ஸெல்லின் நடுவில் உட்கரு அமைந்துள்ளது. இக்கருவைச்சுற்றி

ஒவ்வொரு ஸெல் சுவரினுள்ளும் மெல்லிய புரோட்டொப்பிளாஸம் இழைகளைப்போலக் காணப்படும். ஸெல் சுவரின் அருகே சுருள் சுருளாகப் பசுங்கணிக முடிச்சுகளாகிய குளோரோவில் அடங்கிய பட்டைகள் அமைந்திருக்கின்றன. ஸ்பைரோஜைராவில் ஒவ்வொரு தாளும் பல துண்டுகளாகப் பிரிந்து, ஒவ்வொரு துண்டும் ஸெல்பிரிவினால் பிரிந்து வளர்ச்சியடைந்து தன் இனத்தைப் பெருக்குகிறது.

காளான் (fungus): இதுவும் பூவாத தாவரங்கள் இனத்தைச் சேர்ந்ததே. ஆனால் இதுவரையும் சொல்லப்பட்ட பூவாத தாவரங்களில் வேர், தண்டு, கிளை முதலியவைகள் காணப்படுவதுபோல் இதில் காணப்படுவதில்லை. மேலும் இதில் பசுமையான பாகங்களே கிடையா. ஆகையால் காளான் தானே தனக்கு வேண்டிய உணவைத் தயாரித்துக் கொள்ள முடியாது. அழுகும் அல்லது மக்கிப்போகும் தாவரத்தின் பாகங்களிலிருந்து இது உணவை எடுத்துக்கொள்கிறது. இதனால் காளான்களைப் பரான்ன ஜீவிகள் (parasites) எனவும் கூறலாம். இவை அழுகும் பொருள்கள், இற்றுப்போன மரம், பழைய செருப்புகள் இவைகள் மீது வெண்மையாகப் பஞ்சுபோல் படர்ந்திருக்கும். பூஞ்சக்காளான் (mould), நாய்க்குடை (mushroom) இவை இரண்டும் காளான்களே.

பூஞ்சக்காளான்: ஈரமான ரொட்டித் துண்டுகள், பலகாரங்கள், பழங்கள், ஊறுகாய்கள் முதலியவற்றை வெளியிடத்தில் காற்றுப் படாதபடியும் சூரியஒளி விழாதபடியும் மூடி வைத்திருந்தால் அவற்றின்மேல் சாம்பல் நிறமுள்ள ஒரு பொருள் பரவுவதைக் காணலாம். இப்பொருளே பூஞ்சக் காளான் எனப்படுவது. மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியால் இதைச் சோதித்தால் ஒன்றேடொன்று இணைக்கப்பட்ட நூல் போன்ற நுண்ணிய இழைகள் பல காணப்படும். இவை எல்லாத் திசைகளிலும், சில கீழ் நோக்கியும், சில மேல் நோக்கியும் இன்னும் சில கிடையாகவும் பரவும். இந்த இழைகள் சேர்ந்த அமைப்பிற்கு மைஸிலியம் (mycelium) என்று பெயர். இந்த நூல் போன்ற இழைகள் ஹைபே (hyphae) எனப்படும்.

செங்குத்தாக மேல் நோக்கி வளரும் ஹைபேக்களின் மேல்நுனிகளில் உருண்டை வடிவமான அறைகள் காணப்படும். இவற்றினுள் ஸ்போர்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை வளர்ச்சியடைந்தவுடன் ஸ்போர்கள் நிறைந்திருக்கும் அறைகளின் சுவர்கள் வெடிப்பதனுல் ஸ்போர்கள் சிதறுகின்றன. இவை இலேசாக இருப்பதால் எளிதில் காற்றில் பறந்து சென்று திறந்த வெளியில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஈரமுள்ள உணவுப் பொருளின்மீது விழுந்து அதன்மீது முளைத்துப் பூஞ்சக்காளாளுக வளருகிறது. இதிலிருந்து மறுபடியும் ஹைபேயும் ஸ்போர்களும் உண்டாகின்றன. எனவே பூஞ்சக்காளான் ஸ்போர்களையும், ஸ்போர்கள் பூஞ்சக் காளானையும் உண்டாக்குகின்றன. இவ்விதம் இதன் இனம் பெருக்க மடைகிறது. இக்காளான்கள் குளோரோவில் இல்லாததனுல் உணவுப் பொருளை உட்கவர்ந்து ஹைபேயினுல் உற்பத்தி செய்யப்படுகிற ஒருவகை நொதியினுல் ஜீரணிக்கப்பட்ட பிறகு இவைகளை உண்டு வளருகின்றன.

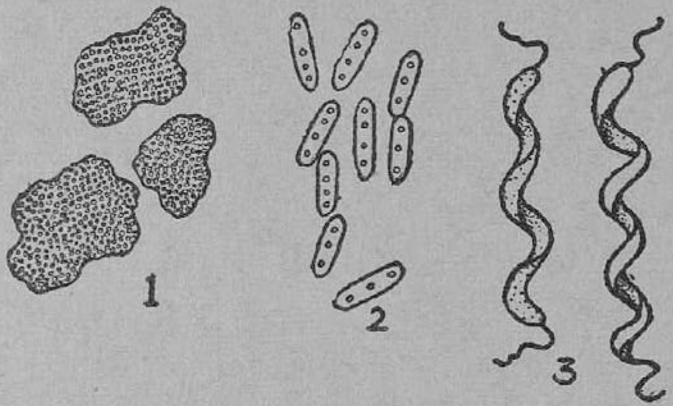


படம் 104. பூஞ்சக் காளான்

ரொட்டி முதலிய பலகாரங்களின்மீது படரும் காளான்களில் பலவகை உண்டு. அவற்றுள் பெனிஸிலியம் (penicillium) என்பது ஒரு வகை. இக்காளானிலிருந்து பெனிஸிலின் எடுக்கப்படுகிறது. இக்காளான் வளரும்போது நீலம் கலந்த பச்சை நிறமுடையதாயிருப்பதால் மற்றக் காளான்களிலிருந்து இதை வேறுபடுத்தி எளிதில் அறிய முடிகிறது.

காளான்கள்மீது சூரிய வெளிச்சம், உஷ்ணம், வீசும் காற்று இவைகள் பட்டால் அவை நசித்துவிடும். ஈரக்காற்று இவை வளருவதற்கு உதவி புரிகிறது. ஆதலால்தான் வீடுகளில் ஆகாரப்பொருள்களை வெயிலில் காயவைக்கிருர்கள். குளிர்ச்சி

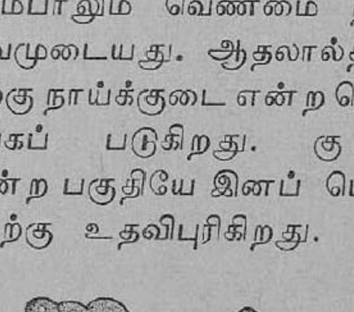
அறைப் பெட்டிகளில் வைத்தாலும் உணவுப் பொருள்களின்



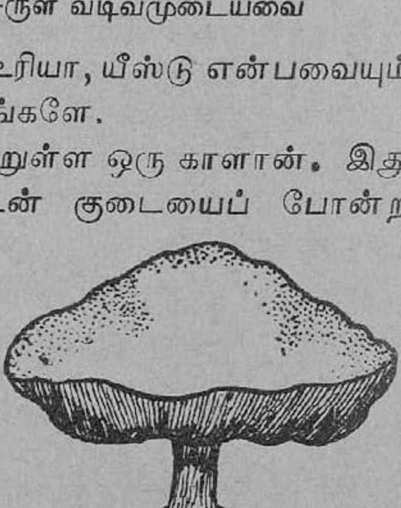
படம் 105. சிலவகை பாக்டீரியா 1. உருண்டை வடிவ முள்ளவை 2. நீண்ட வடிவ முள்ளவை 3. சுருள் வடிவமுடையவை

மேல் காளான் படருவதில்லை. பாக்டீரியா, யீஸ்டு என்பவையும் காளான் இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களே.

நாய்க்குடை: இது சதைப்பற்றுள்ள ஒரு காளான். இது பெரும்பாலும் வெண்மை நிறத்துடன் குடையைப் போன்ற உருவமுடையது. ஆதலால்தான் இதற்கு நாய்க்குடை என்ற பெயர் வழங்கப் படுகிறது. குடை போன்ற பகுதியே இனப் பெருக்கத்திற்கு உதவிபுரிகிறது. இப்



படம் 106. யீஸ்டு



படம் 107. நாய்க்குடை

பாகத்தில்தான் ஸ்போர்கள் உண்டாகின்றன. நிலத்தின் அடியில் அமைந்துள்ள நூல் போன்ற இழைகளாலாகிய அமைப்

புகள், மக்கிப்போன அங்ககப் பொருள்களிலிருந்து உணவை உட்கிரகித்து குடைபோன்ற பாகத்திற்கு அளித்து அப்பாகம் தன் வேலையைச் செய்ய இயலும்படி உதவுகிறது.

கேள்விகள்

1. பூவாத தாவரங்களின் முக்கிய வகைகளை எழுதுக.
2. பெரணிகள் எவ்விதப் பிரதேசங்களில் வளருகின்றன ?
3. பெரணியின் மட்டத்தண்டுக் கிழங்கு, பெரணிக்கு எவ்விதம் பயன் படுகிறது ?
4. பாசிகள் எவ்விடங்களில் காணப்படுகின்றன ?
5. ஆல்காக்களில் இரு முக்கியப் பிரிவுகள் யாவை ?
6. ஸ்பைரோஜைரா எங்குக் காணப்படுகிறது ?
7. ஸ்பைரோஜைரா தன் இனத்தை எவ்விதம் பெருக்குகிறது ?
8. காளான்கள் உணவை எவ்வாறு பெறுகின்றன ?
9. காளான்களை எங்கே காணலாம் ?
10. காளான்கள் வெண்மையாகக் காணப்படுவதேன் ?
11. பசுமை நிறமில்லாத தாவரங்கள் இரண்டினைக் கூறு.
12. சாதாரணக் காளான்களிலிருந்து பெனிஸிலியத்தை எவ்வாறு பிரித்தறியலாம் ?

21. புது உயிரினங்கள் தோன்றுதல்

(டார்வின் கொள்கை)

பரிணமக் கொள்கை (theory of evolution): உலகில் இப்பொழுது நாம் காணும் தாவரங்களும் பிராணிகளும் கணக்கற்ற இனங்களாகவும் வகைகளாகவும் பிரிக்கக் கூடியவை. உலகம் தொடங்கியது முதல் இத்தனை இனங்களும் வகைகளும் இருந்தனவா ? இவ்விஷயத்தைப் பற்றி உயிர் நூல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் மிகப் பல பரிசோதனைகளைச் செய்துள்ளனர். டார்வின் (Darwin) என்ற விஞ்ஞானி இத்துறையில் பல ஆண்டுகள் ஆராய்ச்சிகளையும் பரிசோதனைகளையும் நடத்திய பின் **உயிரினங்களின் பிறப்பு** (origin of the species) என்ற நூலை எழுதினார். அதில் அவர் விவரித்துள்ள கொள்கையே **பரிணமக்**

கொள்கை எனப்படும். இதன் சுருக்கம்: "உலகில் உயிர்கள் தோன்றிய காலத்தில் அவை அமீபா, கிளாமிடோமொனுஸ் போன்ற எளிய உருவோடிருந்தன. காலஞ் செல்லச் செல்ல அவற்றின் சந்ததிகள் படிப்படியாகச் சிறந்த உருவங்கள் பெற்று இன்று நாம் காணும் பிராணி தாவர வகைகளாகியுள்ளன."

இயற்கையின் தேர்விஞல் பரிணமம் நடைபெறுகிறது: ஒரு வகையான பிராணியிலிருந்து மற்றொரு வகையான பிராணி தோன்றுமா? ஒரு வகையான தாவரத்திலிருந்து மற்றொரு வகையான தாவரம் தோன்றுமா? இக்கேள்விகளுக்கு டார்வின் அளித்த விடை 'தோன்றும்' என்பதுதான். இவ்வாறு ஒரு இனத்திலிருந்து மற்றொரு புது இனம் தோன்றுவதற்கு இயற்கையின் தேர்வு (natural selection) தான் காரணம் என்பது அவரது கொள்கை. இயற்கையின் தேர்வு என்பது என்ன?

ஏதேனும் ஒரு பிராணியைக் கருதுவோம். பூனை என்ற பிராணியை எடுத்துக்கொண்டால், எத்தனையோ வகையான பூனைகளைப் பார்க்கிறோம். வெவ்வேறு நாடுகளிலுள்ள பூனைகள் பொதுவான உருவ அமைப்பில் ஒத்திருந்தாலும், நிறத்திலும் பருமனிலும் பழக்க வழக்கங்களிலும் மாறுபாடுகளைப் பெற்றுள்ளன. மேலும், காட்டில் வாழும் பூனைகளுக்கும் வீட்டுப் பூனைகளுக்கும் பல ஒற்றுமைகளுடன் பல வேற்றுமைகளையும் காண்கிறோம். புலி, சிங்கம், சிறுத்தை முதலியனவும் பூனையைப் போலவே பெரிய பிராணிகளாயுள்ளன. உலகில் உயிர் தோன்றிய காலத்தில் இத்தனை வகையான பூனைகளும் தனித் தனியே சிருட்டிக்கப்பட்டனவா? இல்லை. ஏதோ ஒரு காலத்தில் இப்பொழுதுள்ள பூனையினப் பிராணிகளுக்கெல்லாம் மூதாதையான ஒரு வகைப் பூனைகள் இருந்திருக்க வேண்டும். அவற்றிலிருந்து இந்தப் புது இனங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். இப்படித் தோன்றுவதற்குக் காரணம் அந்த அந்தச் சூழ்நிலைகளில் சந்ததிகள் படிப்படியாக மாறுபட்டதேயாகும். இதுதான் இயற்கையின் தேர்வு எனப்படுகிறது. இயற்கையின் தேர்வு ஏன் நடக்கிறது? இதற்கு டார்வின் கூறும் காரணம் பின் வருமாறு:

வாழ்க்கைப் போட்டி : ஒவ்வொரு பிராணியும் ஒவ்வொரு தாவரமும் தன் இனத்தை அதிக அளவில் பெருக்க முயற்சிக்கிறது. உதாரணமாக தவளை, மீன் முதலிய பிராணிகள் நூற்றுக்கணக்கான முட்டைகளை இடுகின்றன. இவையெல்லாம் அழியாமல் புதுத் தவளைகளாகவும் மீன்களாகவும் ஆகி, இவையும் முட்டை இடுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். இந்த முறையில் இனப் பெருக்கம் சில ஆண்டுகள் நடந்தால் நீர்நிலைகள் எல்லாம் இந்தப் பிராணிகளுக்கு போதிய இடம் அளிக்க முடியாது. இதேபோல் தரையில் வாழும் பிராணிகளும் தாவரங்களும் சேதமின்றி இனப் பெருக்கம் செய்தால், சந்ததிகள் வாழ இடமிராது. ஆனால் இவ்வாறு நடப்பதில்லை. உயிர் இனங்கள் வாழ்வதற்கு வேண்டிய நீர், உணவு, சூரிய ஒளி முதலியவை அளவின்றிக் கிடைப்பதில்லை. ஆகவே இவற்றைப் பெறுவதற்கு ஒரு வகைப் பிராணியின் சந்ததிக்குள்ளேயே போட்டி ஏற்படும் ; மேலும் பிற பிராணிகளுடனும் போட்டி ஏற்படும். வாழ்க்கைச் சாதனங்கள் கிடைக்கப் பெருத சந்ததிகள் அழியும். இதுவே வாழ்க்கைப் போட்டி எனப்படும்.

சந்ததிகளில் காணும் மாறுபாடுகள் : ஒரு தாய்க்குப் பிறந்த குட்டிகளெல்லாம் ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை. ஒரு குட்டி மற்றென்றிலிருந்து நிறம், வலிமை, உறுப்பு, அமைப்பு முதலியவற்றில் சிறிதேனும் மாறுபாடு (variation) பெற்றிருக்கலாம். சில மாறுபாடுகள் அந்தப் பிராணிகளின் சூழ்நிலையில் வாழ்வதற்கு அனுகூலமாக இருக்கலாம். வேறு சில மாறுபாடுகள் பிரதிகூலமாக இருக்கலாம். உதாரணமாக, ஒரு தத்துக்கிளியின் சந்ததியில் பலநிறங்கள் இருப்பதாகவும் இவையெல்லாம் புல் தரையில் வாழ்வதாகவும் வைத்துக் கொள்வோம். இவற்றில் பசுமை நிறம் பெற்ற தத்துக்கிளிகள் பசும்புல் தரையில் வாழ்வதற்கு அனுகூலமான மாறுபாட்டையுடையவை. பிறநிறங்களையுடைய தத்துக்கிளிகள் அவற்றின் எதிரிகளால் எளிதில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அழிக்கப்படும். ஆகையால் பசுமை நிறமே அந்தச் சூழ்நிலையில் அனுகூலமான மாறுபாடாகிறது.

தகுதியுள்ளது தப்பிப் பிழைத்தல் : இவ்வாறு ஏற்படும்

வாழ்க்கைப் போட்டியில், சூழ்நிலைக்கு அனுகூலமான மாறுபாடு களைப் பெற்ற சந்ததிகள் மட்டும் அழியாமல் தப்பிப் பிழைக்கும். இதற்குத் தான் தகுதியுள்ளது தப்பிப் பிழைத்தல் (survival of the fittest) என்று பெயர். மேலே கூறிய உதாரணத்தில், புல்தரையில் வாழும் தத்துக்கிளிகளில் பசுமை நிறமுடையவை மட்டும் தப்பிப் பிழைக்கும். இவற்றின் சந்ததிகளில், இந்த அனுகூலமான நிறமுடைய தத்துக்கிளிகள் அதிகமிருக்கும். இவ்வாறு பல தலைமுறைகள் சென்றால், புல்தரைமீது பசுமை நிறத் தத்துக்கிளிகளே வாழும். இதேபோல் காய்ந்த மண் தரைமீது வாழும் தத்துக்கிளிகள், படிப்படியாக மண்ணின் நிறத்தையே பெற்றிருக்கும். இந்த இரண்டும் நாளடைவில் இரு வேறுவகையான தத்துக்கிளிக ளாகிவிடுகின்றன. இது போலவேதான் வெவ்வேறு நாடுகளிலும் காடுகளிலும் வாழும் பூனைகள் இன்று வெவ்வேறுவகைப் பூனைகளாகி விட்டன. தாவரங்களிலும் இவ்வாறே வாழ்க்கைப்போட்டியும் சூழ்நிலைக்கு அனுகூலமான மாறுபாடுகளும் தகுதியுள்ளது தப்பிப் பிழைத் தலும் நடைபெறுகின்றன. ஆகவே பல இனத் தாவரங்கள் தோன்றியுள்ளன. நெல், சோளம், மா, ஆரஞ்சு முதலிய தாவரங்களில் ஒவ்வொன்றிலும் எத்தனை வகைகள் இருக் கின்றன என்று எண்ணிப் பாருங்கள். இவை யெல்லாம் இந்த இயற்கைத் தேர்வினாலேயே ஏற்பட்டுள்ளன.

டார்வின் கொள்கைக்கு ஆதாரங்கள் : எல்லாப் பிராணி களும் தாவரங்களும் பரிணாம முறையிலேயே தோன்றியுள்ளன என்பதற்குப் பல ஆதாரங்கள் உள்ளன.

1. பூமியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்ட பாறைகளில் பல யுகங்களுக்கு முன் வாழ்ந்து மடிந்த பிராணி தாவரங்களின் உருவங்கள் எலும்புக் கூடுகள் முதலியன பாஸில் (fossil) களாக அமைந்துள்ளன. இவை படிப்படியாகப் பிராணி தாவரங்களின் உருவங்கள் மாறிய பரிணாமத்தைக் காட்டு கின்றன.

2. பெரிய பிராணிகளின் எலும்பு அமைப்புகளில் பல ஒற்றுமைகளைக் காண்கிறோம். கீழ்இனப் பிராணிகளிலிருந்து

மேலினப் பிராணிகளுக்குச் செல்லச் செல்ல, எலும்புக்கூட்டு அமைப்பில் ஒற்றுமைகளும் மாறுபாடுகளும் படிப்படியாகத் தோன்றுவதைக் காணலாம். பறவைகளின் இறக்கைகள், நம் கையெலும்புகள் போன்ற எலும்புகளில்தான் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

3. விஞ்ஞானிகள் எல்லாப் பிராணிகளின் கருவளர்ச்சியைக் கவனித்து ஆராய்ந்துள்ளார்கள். கருவளர்ச்சித் தொடக்கத்தில் எல்லாப் பிராணிகளும் ஒரே மாதிரி இருக்கின்றன. பிறகு நாளடைவில்தான், அந்த அந்தப் பிராணிக்கு உரிய உருவம் சிறிது சிறிதாக அமைகிறது.

கேள்விகள்

1. பரிணாமக் கொள்கை என்பது என்ன?
2. இயற்கையின் தேர்வு நடைபெறுவதற்குக் காரணமென்ன?
3. வாழ்க்கைப் போட்டி, சந்ததிகளின் மாறுபாடுகள், தகுதியுள்ளது தப்பிப் பிழைத்தல்—இவற்றை விளக்கிக் கூறுக.
4. டார்வின் கொள்கைக்கு ஆதாரமாயுள்ள மூன்று கவனிப்புக்களைக் கூறுக.

பிற்சேர்க்கை—I

சோதனைச் சாலையில் மாணவர் செய்யக்கூடிய பரிசோதனைகள்

1. தனி ஊசல்

நோக்கம்: ஒரு தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை நிரூபித்தல்.

சுமார் 25 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு தனி ஊசலை அமைத்து அதன் நீளத்தைக் கண்டுபிடி. பிறகு 20 அலைவுகளின் நேரங் கண்டுபிடித்து, அலைவுநேரம் கணக்கிடு. நீளத்தைப் படிப்படியாக 10 அல்லது 15 செ. மீ. அதிகரித்து, ஒவ்வொரு தடவையும் அலைவுநேரம் கண்டுபிடி. 5 அல்லது 6 அளவுக் குறிப்புகள் எடுத்து அட்டவணைப்படுத்து. L/T^2 மாருத எண்ணுக இருக்கிறதா என்று பார்.

2. U-குழாய், ஹேர் உபகரணம்

நோக்கம்: U-குழாய் அல்லது ஹேர் உபகரணத்தைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

ஒரு U-குழாய் அல்லது ஹேர் உபகரணத்தில், கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தையும் நீரையும் சமநிலை திரவத்தம்பங்களாக அமைத்து, அவற்றின் உயரங்களை அள. உயரங்களைப் படிப்படியாக மாற்றி 4 அளவுக் குறிப்புக்களை எடு. ஒவ்வொரு தடவையும் நீர்த்தம்ப உயரத்தை திரவத்தம்ப உயரத்தால் வகுத்து, திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி. சராசரி கணக்கிடு.

3. அடர்த்திக் குப்பி

நோக்கம்: அடர்த்திக் குப்பியை உபயோகித்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஒரு காலியான அடர்த்திக் குப்பியின் எடை கண்டுபிடி. பிறகு அதில் நீர் நிரப்பி எடை கண்டுபிடி. நீரைக் கொட்டி

விட்டு, குப்பியை உலர்த்தியபின் அதைத் திரவத்தால் நிரப்பி எடை கண்டுபிடி. இவற்றிலிருந்து சம கன அளவுள்ள நீரின் எடையும் திரவத்தின் எடையும் கணக்கிடு. திரவத்தின் எடையை, நீரின் எடையால் வகுத்து, திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கணக்கிடு.

4. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்

நோக்கம்: ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைச் சரிபார்த்தல்.

காற்றில் ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானுடைய எடையைக் கண்டுபிடி. மேல் வழிந்தோடும் ஜாடியில் நீர் ஊற்று. மூக்கின் வழியே சிறிது நீர் வழிந்தோடிய பிறகு, எடை கண்டுபிடித்த ஒரு முகவையை மூக்கின் கீழே வை. அடைப்பானை ஜாடி நீரில் மூழ்கவை. வழிந்தோடிய நீர் முழுவதையும் முகவையில் பிடித்து எடை கண்டுபிடி. நீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைக் கண்டுபிடி. நீரில் அடைப்பானுக்கு ஏற்பட்ட எடைக் குறைவை யும், வழிந்தோடிய நீரின் எடையையும் கணக்கிடு. நீருக்குப் பதிலாக வேறு திரவத்தையும், அடைப்பானுக்குப் பதிலாக ஒரு சிறு கல்லையும் உபயோகித்துச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய். உன் அளவீடுகளை அட்டவணைப்படுத்து. ஒவ்வொரு சோதனை யிலும், பொருளின் எடைக்குறைவும் வழிந்தோடிய திரவத்தின் எடையும் சமமாயிருக்கிறதா என்று பார்.

5. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்

நோக்கம்: ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி (*a*) ஒரு திடப் பொருளின், (*b*) ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

நீரில் மூழ்கக் கூடிய பொருளுக்குக் காற்றில் எடை கண்டு பிடி; பிறகு நீரில் அதன் எடை கண்டுபிடி. கொடுக்கப்பட்ட திரவத்திலும் அதன் எடை கண்டுபிடி. நீரிலும் திரவத்திலும் அப்பொருள் இழந்த எடைகளைக் கணக்கிடு. இவற்றிலிருந்து திடப்பொருளுக்கும், திரவத்திற்கும் அடர்த்தி எண்கள் கணக்கிடு.

$$\left.\begin{array}{l}\text{திடப் பொருளின்}\\ \text{அடர்த்தி எண்}\end{array}\right\} = \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை}}{\text{நீரில் பொருளின் எடைக் குறைவு}}$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{திரவத்தி அடர்த்தி}\\ \text{எண்}\end{array}\right\} = \frac{\text{பொருள் திரவத்தில் இழந்த எடை}}{\text{பொருள் நீரில் இழந்த எடை}}$$

6. தக்கையின் அடர்த்தி எண்

நோக்கம்: ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு தக்கையின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

கீழ்க்கண்டவாறு எடைகளைக் கண்டுபிடித்து, தக்கையின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடு :—

காற்றில் தக்கையின் எடை	$= a$ கிராம்
நீரில் ஒரு பளுவான பொருளின் எடை	$= b$,,
நீரில் பளுவான பொருளும் தக்கையும் சேர்ந்த எடை	$= c$,,
தக்கை நீரில் இழந்த எடை	$= (a+b-c)$ கி.
∴ தக்கையின் அடர்த்தி எண்	$= \dfrac{a}{a+b-c}$

7. சோதனைக் குழாய் மிதவை

நோக்கம்: சோதனைக் குழாய் மிதவையை உபயோகித்து, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கண்டுபிடித்தல்.

சோதனைக் குழாய் மிதவை தயாரித்துக்கொண்டு, அது நீரிலும் திரவத்திலும் எவ்வளவு ஆழம் அமிழ்கிறதென்று கண்டுபிடி. நீரில் அமிழும் ஆழத்தைத் திரவத்தில் அமிழும் ஆழத்தால் வகுத்துத் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் கணக்கிடு. மேலும் சில ஈய ரவைகளைப் போட்டு, மிதவை அமிழும் ஆழத்தை மாற்றி, மறுபடியும் முன்போல் அளவெடு. நாலைந்து அளவீடுகளை எடுத்து, சராசரி அடர்த்தி எண் கண்டுபிடி.

8. சாய் தளம்

நோக்கம்: சாய் தளத்தில் W/P=L/H என்ற சாம்யத்தைச் சரிபார்த்தல்.

சாய்தளத்தின் நீளம், உருளையின் எடை, தட்டின் எடை ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடி. பிறகு, சாய்தளத்தின் சாய்வு வீதத்தை வெவ்வேருக அமைத்து, உருளையைச் சமநிலைப் படுத்தக்கூடிய திறன்களைக் கண்டுபிடி. அளவீடுகளை அட்டவணைப்படுத்திக் கொண்டு, $\frac{W}{P}, \frac{L}{H}$ என்பவற்றைக் கணக்கிட்டு, இவை சமமாக இருக்கின்றனவா என்று பார். [அட்டவணையை, முதற்பாகத்தில் 'தனி எந்திரங்கள்' என்ற பாடம் பார்க்கவும்.]

9. இயங்கு கப்பி

நோக்கம்: ஒரு தனி இயங்கு கப்பியின் எந்திர லாபம் கண்டுபிடித்தல்.

ஓர் ஆதாரத்தில் ஒரு நிலைக்கப்பியைப் பொருத்து. அதே ஆதாரத்தில் ஒரு நீண்ட நூலைப் பிணைத்து, அதை ஒரு இயங்கு கப்பியின் விளிம்பில் ஓட்டி, மறுபடியும் நிலைக்கப்பியில் ஓட்டி, அதன் மறுநுனியில் திறனை இணை. இயங்கு கப்பியின் கொக்கியில் பளுவைத் தொங்கவிடு. வெவ்வேறு பளுக்களைச் சமநிலைப் படுத்தத் தேவையான திறன்களைக் கண்டுபிடி. பின் வருமாறு அட்டவணைப் படுத்து:

எண்	பளு	திறன்	பளு/திறன்
1			
2			
3			
4			
		சராசரி	

[கப்பிகளில் உராய்வுத் தடை மிகக் குறைவாயிருந்தால் பளு/திறன் =2 ஆக இருக்கும். இயங்கு கப்பியின் எடையைப் பளுவுடன் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும்.]

10. வெப்ப எண்

நோக்கம் : ஒரு திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடை கண்டுபிடி. அதில் சுமார் $\frac{1}{3}$ நீர் ஊற்றி மறுபடியும் எடை கண்டுபிடி. நீரின் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு, கொடுக்கப்பட்ட திடப் பொருளை ஒரு சோதனைக் குழாயில் போட்டு, நீர்த்தொட்டியில் வைத்துச் சூடாக்கு. நீர் கொதித்துச் சுமார் 15 நிமிஷ நேரமான பிறகு திடப்பொருளின் உஷ்ண நிலை கண்டுபிடி. பிறகு சூடான பொருளைக் கலோரி மீட்டர் நிரில் போட்டுக் கலக்கி, கலவையின் உஷ்ண நிலை கண்டுபிடி. பிறகு கலோரி மீட்டரைக் கலவை யுடன் எடை கண்டுபிடி. இந்த அளவீடுகளைக் கொண்டு திடப் பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடு. [முதல் பாகத்தில் 'வெப்பத்தை அளத்தல்' என்ற பாடம் பார்க்கவும்.]

11. உருகு நிலை

நோக்கம் : பரபின் மெழுகின் உருகுநிலை கண்டு பிடித்தல்.

சிறிது பரபின் மெழுகை உருக்கி, அந்தத் திரவத்தில் ஒரு தந்துகிக் கண்ணாடிக் குழாயைத் தோய்த்து எடு. வெளிப்புற மெழுகை நீக்கிவிட்டு, தந்துகிக் குழாயை ஓர் உஷ்ணமானியின் குமிழுடன் சேர்த்துக் கட்டு. இதை ஒரு நீர்த்தொட்டியில் வைத்து உஷ்ணப்படுத்து. குழாயிலுள்ள மெழுகு உருகும் பொழுதும் உறையும் பொழுதும் உஷ்ண நிலைகளைக் கண்டு பிடி. இதை மூன்று தடவை திரும்பச் செய்து, சராசரி உருகு நிலை கணக்கிடு.

12. சமதள ஆடி

நோக்கம் : சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல் விதிகளைச் சரிபார்த்தல் ; பிம்பத்தின் தூரத்தை அளத்தல்.

ஒரு பலகையில் காகிதத்தை விரித்து, ஒரு சமதள ஆடித் துண்டை நிலைக்குத்தாக நிறுத்து. எதிரே ஒரு குண்டூசியைக் குத்தி நிறுத்து. அதிலிருந்து புறப்படும் கிரணங்களில் ஏதேனும் இரண்டுக்கு (குண்டூசிகளின் உதவியால்) மீள் கிரணங்கள் வரை. பிறகு ஆடியை எடுத்துவிட்டு, படுகிரணங்களையும் வரை. மீள் கிரணங்களை ஆடிக்குப் பின்னால் நீட்டிவிட்டு, பிம்பத்தின் இடத்தைக் குறி. படுதானங்களில் லம்பங்கள் வரை. படுகோணத்தையும் மீள் கோணத்தையும் அளந்து சமமாயிருப்பதைப் பார். ஆடியிலிருந்து பொருளின் தூரமும் பிம்பத்தின் தூரமும் சமமாயிருப்பதைப் பார். இவ்வாறே மேலும் மூன்று முறைகள் கிரணங்களும் பிம்பங்களும் வரைந்துபார்.

13. குழி ஆடி

நோக்கம் : குழி ஆடியின் குவியத் தூரம் கண்டுபிடித்தல் ; பிம்பங்களின் தன்மைகளை அறிதல்.

குழியாடிக்கு முன் ஒரு திரையை அமைத்து, தூரப் பொருள் ஒன்றின் தெளிவான பிம்பத்தை அதில் பிடி. ஆடிக்கும் திரைக்கும் இடை தூரத்தை அள. இதை மூன்று முறை செய்து சராசரி குவியத்தூரம் கண்டுபிடி.

ஒரு மெழுகு வர்த்திச் சுவாலையைப் பொருளாக உபயோகித்து, திரையைத் தகுந்தபடி நகர்த்தி, சுவாலையின் தெளிவான பிம்பத்தைத் திரையில் பிடி. சுவாலையை ஆடிக்கு அருகே கொண்டு வரும்பொழுது பிம்பம் எவ்வாறு நகர்கிறது, அதன் தன்மைகள் என்ன என்பவற்றைக் கவனித்துக் குறித்துக் கொள்.

14. குவிலென்ஸ்

நோக்கம் : குவிலென்ஸின் குவியத் தூரம் கண்டுபிடித்தல்; பிம்பங்களின் தன்மைகளை அறிதல்.

[குழி ஆடி பரிசோதனையைப் போல் செய்யவும்.]

15. செவ்வகக் கண்ணாடி

நோக்கம் : செவ்வகக் கண்ணாடியின் வழியே ஒளிக் கிரணப் பாதை வரைதல்.

ஒரு பலகைமீது விரித்த காகிதத்தின்மேல் ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியை அமைத்து எல்லை குறிப்பிடு. ஒரு பக்கத்தில் இரு குண்டூசிகளைச் சாய்வான கோட்டில் இருக்குமாறு குத்தி நிறுத்து. மறு பக்கத்திலிருந்து கண்ணாடி வழியே பார்த்து, இக் குண்டூசிகளின் பிம்பங்களும் வேறு இரு குண்டூசிகளும் ஒரே நேர் கோட்டிலிருக்கும்படி இந்தக் குண்டூசிகளைக் குத்து. பிறகு செவ்வகக் கண்ணாடியை எடுத்துவிட்டு, படுகிரணம், விடுகிரணம், கண்ணாடியில் கிரணத்தின் பாதை எல்லாம் வரை. பிரிதளங்களில் லம்பங்கள் வரை. காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்கு, கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்கு, கிரணம் எவ்வாறு திசை மாறுகிறது என்பதைக் கவனி.

16. சம பக்க முக்கோண பிரிசம்

நோக்கம் : கண்ணாடிப் பிரிசத்தில் ஒளிக்கிரணப் பாதையை வரைதல்.

ஒரு பலகைமீது விரித்த காகிதத்தின்மேல் ஒரு சமபக்க முக்கோண கண்ணாடி பிரிசத்தை நிறுத்து. ஒரு பக்கத்தில் சாய்வான கோட்டில் இரு குண்டூசிகளைக் குத்து; மறு பக்கத்திலிருந்து பார்த்து விடுகிரணப் பாதையில் வேறு இரு குண்டூசிகளைக் குத்து. பிரிசத்தின் வழியே பார்க்கும் பொழுது நான்கு குண்டூசிகளும் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்கவேண்டும். பிரிசத்தை எடுத்துவிட்டு கிரணப்பாதையைப் பூர்த்தியாக வரை. கிரணம் பிரிதளங்களில் எவ்வாறு திசை மாறுகிறது என்பதைக் கவனி. மொத்த திசை மாற்றக் கோணத்தை அள.

17. கால்வனுஸ்கோப்பு

நோக்கம்: கால்வனுஸ்கோப்பை உபயோகித்து வெவ் வேறு மின்கலங்களிலிருந்து கிடைக்கும் மின்னேட்டங்களே ஒப்பிடல்.

ஒரு கால்வனுஸ்கோப்புடன் ஒரு டேனியல் மின் கலம், ஒரு சாவி ஆகியவற்றைத் தாமிரக் கம்பிகளால் இணை. கால்வனுஸ்கோப்பின் கம்பிச்சுருள் காந்தத்துருவ ரேகையில் இருக்குமாறு திருப்பு. சாவியை அழுத்தி, கால்வனுஸ் கோப்பில் காந்த ஊசிக்கு ஏற்படும் ஒதுக்கத்தை அள. மின்னேட்டத்தின் திசையை மாற்றி மறுபக்கத்தில் ஒதுக் கத்தை அள. இவற்றின் சராசரி கண்டுபிடி. டேனியல் மின் கலத்திற்குப் பதிலாக, ஒரு லெக்லாஞ்சி மின்கலம், ஒரு பைகுரோமேட்டு மின்கலம் ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே மின் சுற்றில் இணைத்து, முன்போல் ஒதுக்கங்களே அள. இந்த ஒதுக்கங்களே ஒப்பிடு.

18. கலவைகளேப் பிரித்தல்

நோக்கம்: மணல் + சர்க்கரை; மணல் + இரும்புத்தூள்; சாதாரண உப்பு + நவச்சாரம் ஆகிய கலவைகளின் பகுதிப் பொருள்களேப் பிரித்தல்.

மணல் + சர்க்கரைக் கலவையை நீரில் போட்டுக் கலக்கு. சர்க்கரை கரைந்தபின் தெளிவான கரைசலே மற்ருெரு பாத்திரத் தில் இறுத்துவிடு. முதல் பாத்திரத்தில் தங்கிய மணலில் மேலும் சிறிது நீர் ஊற்றிக் கலக்கி, இந்த நீரையும் கரைசலுடன் சேர். கரைசலே ஆவியாக்கி, சர்க்கரையை பிரித்தெடு.

மணல் + இரும்புத்தூள் கலவையில் ஒரு சக்தி வாய்ந்த காந்தத்தைப் புரட்டி, இரும்புத்தூளேப் பிரித்தெடு.

சாதாரண உப்பு + நவச்சாரக் கலவையை ஒரு பெரிய சோதனேக் குழாயில் போட்டுக் காய்ச்சி, நவச்சாரம் பதங்க மாவதைப் பயன்படுத்திப் பிரி.

19. சில பொருள்களின்மீது வெப்பத்தின் கிரியை

நோக்கம்: சிவப்புப் பாதரச ஆக்ஸைடு, பொட்டாசியம் குளோரேட்டு, தாமிர சல்பேட்டு, படிகாரம், நவச்சாரம் ஆகிய பொருள்களின்மீது வெப்பம் செய்யும் கிரியையை அறிதல்.

சோதனைக் குழாய்களில் இப் பொருள்களைத் தனித்தனியே எடுத்துக்கொண்டு ஸ்பிரிட்டு விளக்குச் சுவாலையில் சூடாக்கு. பொருளுக்கு ஏற்படும் நிறமாறுதல், நிலைமாறுதல், வெளிப்படும் வாயுக்கள் முதலியவற்றைக் கவனித்துக் குறி. பின் வருமாறு அட்டவணைப்படுத்து :

எண்	சூடாக்கப்படும் பொருள்	ஏற்படும் மாறுதல்கள்	வெளிப்படும் வாயுக்கள்
1	சிவப்புப் பாதரச ஆக்ஸைடு		
2	பொட்டாசியம் குளோரேட்டு		
3	தாமிர சல்பேட்டு		
4	படிகாரம்		
5	நவச்சாரம்		

20. இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு

நோக்கம்: இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு இருப்பதை அறிதல்.

மாலையில், வெயிலிலிருந்த செடியிலிருந்து ஒரு பசுமையான இலையைப் பறித்து, நீரில் கொதிக்க வைத்து, ஆல்கஹாலில் சில மணி நேரம் ஊற வை. குளோரோவில் நீங்கி இலை வெளுத்தவுடன் அதை நீரில் கழுவிவிட்டு, அயொடின் கரைசலில் தோய்த்து எடு. இலை கருநீல நிறமாவதிலிருந்து, இலையில் ஸ்டார்ச்சு உண்டாகியிருப்பதைத் தெரிந்துகொள்.

21. ஒளிச் சேர்க்கை

நோக்கம் : இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்கு கார்பன் டை ஆக்ஸைடும் சூரிய ஒளியும் அவசியம் என்று நிரூபித்தல்.

காலையில் ஒரு தொட்டிச் செடியின் அருகே ஒரு முகவையில் பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடுக் கரைசலை வைத்து, இரண்டையும் சேர்த்து ஒரு மணி ஜாடியினால் மூடு. இது வெயில் படுமிடத்தில் இருக்கவேண்டும். மாலையில் மணி ஜாடியை எடுத்துவிட்டு செடியில் ஓர் இலை பறித்து ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை செய்து பார்.

தோட்டத்திலுள்ள ஒரு செடியின் இலையின்மீது மேலும் கீழும் சிறு கறுப்புக்காகிதத் துண்டுகளை வைத்து, குண்டூசியால் குத்து. மாலையில் அந்த இலையையும் பக்கத்திலிருக்கும் மற்றொரு இலையையும் பறித்து இரண்டையும் ஸ்டார்ச்சுக்குச் சோதனை செய். இச் சோதனைகளிலிருந்து தெரிந்துகொள்வதை எழுது.

22. விதை முளைத்தல்

ஒரு பெரிய கண்ணாடி முகவையில் இரண்டு அங்குல உயரத்திற்கு நீர் ஊற்று. பெரிய மையொற்றும் தாள் ஒன்றைக் குழல் போல் சுருட்டி, முகவையில் நிறுத்து. அது முகவையின் பக்கங்களை ஒட்டிக்கொண்டு நிற்கட்டும். ஒரு நாள் ஊறவைத்த சில அவரை விதைகளையும் கடலை விதைகளையும் முகவைக்கும் காகிதத்துக்கும் இடையே வெவ்வேறிடங்களில் நிற்க வை. சில விதைகளை முகவை நீருக்குள் போட்டு வை. எந்த விதைகள் முளைக்கின்றன, எவ்வாறு முளைக்கின்றன என்ற விவரங்களைக் கவனித்துக் குறித்துக்கொள்.

பிற்சேர்க்கை—II

சில விஞ்ஞான விவர அட்டவணைகள்

1. சில திடப்பொருள்களின் அடர்த்தி எண் முதலிய விவரங்கள்

பொருள்	அடர்த்தி எண்	வெப்ப எண்	உருகு நிலை (°C)	நீளப் பெருக்க குணகம்
அலுமினியம்	2·7	·22	657	·000026
பித்தளை	8·5	·09	900	·000019
தாமிரம்	8·9	·094	1085	·000017
தக்கை	·24	·5	......	....
கண்ணாடி (கிரௌன்)	2·5–2·7	·16	1100	·000009
கண்ணாடி (பிளின்ட்)	2·9–4·5	·12	1100	·000008
தங்கம்	19·3	·03	1063	·000014
பனிக்கட்டி	·92	·5	0	·000051
ரப்பர்	·92	·3	......	·00007
இன்வர் எஃகு	8·0	·12	1500	·0000009
வார்ப்பிரும்பு	7·5	·12	1100	·000011
தேனிரும்பு	7·9	·115	1500	·0000114
காரீயம்	11·4	·03	327	·000029
நிக்கல்	8·9	·11	1450	·000013
பரபின் மெழுகு	·9	·69	54	·00011
பிளாட்டினம்	21·5	·03	1773	·000009
வெள்ளி	10·5	·06	961	·000019
சோடியம்	·97	·28	98	·000072
கந்தகம்	2·1	·17	115	·00007
வெள்ளீயம்	7·3	·05	232	·000022
துத்தநாகம்	7·1	·092	418	·000026

2. சில திரவப் பொருள்களுக்கு அடர்த்தி எண் முதலியன

பொருள்	அடர்த்தி எண்	வெப்ப எண்	கொதி நிலை (C°)	உறை நிலை (C°)	கன அளவுப் பெருக்க குணகம்
ஆல்கஹால்	·81	·6	78	–115	·0011
பென்சீன்	·88	·41	80	5·5	·0012
புரோமின்	3·1	·11	59	–7	·0012
கார்பன் டை-சல்பைடு	1·29	·24	46	–112	·0012
ஈதர்	·74	·56	35	–123	·0016
கிளிசரின்	1·26	·58	290	17	·00053
பாதரசம்	13·60	·033	357	–39	·00018
டர்பென்டைன்	·87	·42	159	–10	·00094
தண்ணீர்	1·0	1·0	100	0	·00045
கடல் நீர்	1·03	·94	104	–9	......

3. சில மூலகங்கள்

மூலகம்	குறி	உலோகம் அல்லது அலோகம்	சாதாரண நிலை
அலுமினியம்	Al	உ	திடம்
அன்டிமனி	Sb	உ	திடம்
ஆர்கான்	A	அ	வாயு
பேரியம்	Ba	உ	திடம்
புரோமின்	Br	அ	திரவம்
கால்சியம்	Ca	உ	திடம்
கார்பன்	C	அ	திடம்
குளோரின்	Cl	அ	வாயு
குரோமியம்	Cr	உ	திடம்
கோபல்ட்டு	Co	உ	திடம்
தாமிரம்	Cu	உ	திடம்
தங்கம்	Au	உ	திடம்
ஹீலியம்	He	அ	வாயு
ஹைடிரஜன்	H	அ	வாயு
அயொடின்	I	அ	திடம்
அயம் (இரும்பு)	Fe	உ	திடம்
காரீயம்	Pb	உ	திடம்
மக்னீசயம்	Mg	உ	திடம்
மங்கனீசு	Mn	உ	திடம்
பாதரசம்	Hg	உ	திரவம்
நியோன்	Ne	அ	வாயு
நிக்கல்	Ni	உ	திடம்
நைட்டிரஜன்	N	அ	வாயு
ஆக்ஸிஜன்	O	அ	வாயு
பாஸ்வரம்	P	அ	திடம்
பிளாட்டினம்	Pt	உ	திடம்
பொட்டாசியம்	K	உ	திடம்
ரேடியம்	Ra	உ	திடம்
சிலிகன்	Si	அ	திடம்
வெள்ளி	Ag	உ	திடம்
சோடியம்	Na	உ	திடம்
கந்தகம்	S	அ	திடம்
தோரியம்	Th	உ	திடம்
வெள்ளீயம்	Sn	உ	திடம்
டங்ஸ்டன்	W	உ	திடம்
யுரேனியம்	U	உ	திடம்
துத்தநாகம்	Zn	உ	திடம்

4. சில சாதாரண உணவுப் பொருள்களிலுள்ள பகுதிப் பொருள்களின் சதவீதம்

எண்	உணவுப் பொருள்கள்	நீர்	புரோட்டீன்	கொழுப்பு	கார்போஹைட்ரேட்டு	தாது உப்புக்கள்	அதிகமுள்ள வைட்டமின்கள்	செல்லுலோஸ் (நார்)
1.	கைக்குத்துப் பச்சரிசி	12·2	8·5	·3	78·3	·7	B	...
2.	மில்லில் தீட்டிய பச்சரிசி	13	6·9	·6	79	·5	...	...
3.	புழுங்கலரிசி	12·6	8·5	·4	77·6	·9	B	...
4.	சவ்வரிசி	12·2	·2	·2	87·1	·3	...	...
5.	கோதுமை (தோலுடன்)	12·8	11·8	1·4	71·3	1·5	A, B	1·2
6.	கேழ்வரகு	13·1	7·1	1·3	76·3	2·2	A	...
7.	கம்பு	12·4	11·6	5·0	67·1	2·7	A, B	1·2
8.	பார்லி	12·5	11·5	1·3	69·3	1·5	B	3·9
9.	சோளம்	11·9	10·4	1·9	74	1·8	A	...
10.	கடலை	9·8	17·1	5·3	61·2	2·7	A, B	3·9
11.	உளுந்து	10·9	24	1·4	60·3	3·4	A, B	...
12.	பச்சைப் பயறு (தோலுடன்)	10·4	24	1·3	56·6	3·6	A, B	4·1
13.	துவரை	15·2	22·3	1·7	57·2	3·6	A, B	...
14.	அவரை	12·4	25·1	·7	59·7	2·1	A, B	...
15.	வேர்க்கடலை	7·9	26·7	40·1	20·3	1·9	A, B	3·1
16.	வாதுமை	5·2	20·8	59	10·4	2·9	B	1·7
17.	முந்திரிப் பருப்பு	5·9	21·2	46·9	22·3	2·4	...	1·3
18.	தேங்காய்	36·3	4·5	41·6	14·0	1	...	3·6
19.	முருங்கைக் கீரை	75	6·7	1·7	13·4	2·3	A	·9
20.	முருங்கைக் காய்	87	2·5	·1	3·6	2	A, C	4·8
21.	கொத்தமல்லி	88	3·3	·6	6·4	1·7	A	...
22.	கத்தரிக்காய்	91·5	1·3	·3	6·4	·5	C	...
23.	அவரைக் காய்	82·4	4·5	·1	10	1	C	2
24.	பாகற்காய்	92·4	1·6	·2	4·2	·8	A, C	·8
25.	செம்முள்ளங்கி	91	·6	·3	7·3	·8	B, C	...

எண்	உணவுப் பொருள்கள்	நீர்	புரோட்டீன்	கொழுப்பு	கார்போ ஹைடிரேட்டு	தாது உப்புக்கள்	அதிகமுள்ள வைட்டமின்கள்	ஸெல்லுலோஸ் (நார்)
26.	தக்காளிப் பழம்	94·5	1·0	·1	3·9	·5	A,B,C	...
27.	வாழைக் காய்	83·2	1·4	·2	14·7	·5	A,B,C	...
28.	ஆரஞ்சுப் பழம்	87·8	·9	·3	10·6	·4	A,B,C	...
29.	புளி	20·9	3·1	·1	67·4	2·9	A	5·6
30.	எலுமிச்சம் பழம் (சாறு)	84·6	1·5	1·0	11·0	·6	A, C	1·3
31.	இறைச்சி	74·2	22·4	2·4	...	1·0	A, B	...
32.	கோழி முட்டை	73·6	13·2	13·2	...	1·0	A	...
33.	மீன்	76·9	20·5	1·6	...	2·0	A	...
34.	பசும் பால்	87·6	3·3	3·6	4·8	·7	A	...
35.	பாலடைக் கட்டி	40·3	24·1	25·1	6·3	4·2	A	...

5. சரிவிகித உணவில் நாளொன்றுக்கு இருக்கவேண்டிய ஆகார அளவு

	உணவுப் பொருள்	அளவு
1.	கைக் குத்தல் அரிசி, கம்பு போன்ற தானியங்கள்	15 அவுன்ஸ்
2.	பருப்பு வகைகள்	3 ,,
3.	பால்	8 ,,
4.	கீரை வகைகள்	4 ,,
5.	பச்சைக் காய்கறிகள்	6 ,,
6.	எண்ணெய், நெய்	2 ,,
7.	பழங்கள்	2 ,,

பிற்சேர்க்கை—III

கலைச்சொற்கள்

1. பௌதிகம்

அயனிகள் - ions
அடர்வு குறைந்த - rare
அடர்த்தி எண் - specific gravity
அடுக்குப் பிம்பங்கள் - multiple images
அரிதில் கடத்தி - bad conductor
அலகு - unit
அலை நீளம் - wave length
அலைவு - oscillation
அளவீடு - reading
அணு - atom
ஆடி - mirror
ஆடி மையம் - pole of mirror
ஆவி - vapour
ஆவியாதல் - evaporation
ஆவி அமுத்தம்-vapour pressure
ஆராய்ச்சிச்சாலை - laboratory
இடப் பெயர்ச்சி - displacement
இடைத்திரை - diaphragm
இயங்கு சக்தி - kinetic energy
இயங்கு கப்பி - movable pulley
இருபுறக் குழிலென்ஸ் - double concave lens
இருபுறக் குவிலென்ஸ் - double convex lens
இறக்கைகள் - wings
இறுக்கி - clamp
இணைப்பு - connection
ஈடுசெய்த ஊசல் - compensated pendulum
உச்ச - maximum
உட்கிரகித்தல் - absorption
உட்கண்சோதனி - ophthalmoscope
உயர்த்திகள் - elevators
உயவு - lubrication
உருகு கம்பி - fuse wire
உருகுதல் - fusion
உருகு நிலை - melting point
உருளை - wheel
உருளையும் இருசும் - wheel and axle
உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat
உள்ளிட நிகழ்ச்சி - local action
உள்ளகம் - core
உறை - socket
உறைக் கலவை - freezing mixture
உஷ்ணநிலை - temperature
உஷ்ணமானி - thermometer
ஊசல் - pendulum
ஊடகம் - medium
ஊதா - violet
எட்டப் பார்வை - long sight
எதிர் மின்வாய் - cathode
எந்திரம் - machine
எந்திர லாபம் - mechanical advantage
எளிதில் கடத்தி - good conductor
ஏரியல் - aerial
ஏரோப்பிளேன் - aeroplane
ஒருபோகு கற்றை - parallel beam
ஒருங்கும் - convergent, converging
ஒரு போகு - parallel
ஒரே சீரான - uniform
ஒலி செலுத்தி - transmitter

ஒலி பரப்பு - broadcast
ஒலி பெருக்கி - loud speaker
ஒழுங்கற்ற பிரதிபலிப்பு-irregular reflection
ஒழுங்கான பிரதிபலிப்பு - regular reflection
ஒளி கசியும் - translucent
ஒளித் தொகுப்பு - synthesis of light
ஒளி முறிவு - refraction
ஒளி புகும் - transparent
ஒளி அளவுச் சட்டம் - optical bench
ஒளி மையம் - optic centre
ஒளி புகா - opaque
ஒளிரா - non-luminous
ஒளிர் - luminous
ஒளிக்கற்றை - beam of light
கண்ணருகு கருவி - eye-piece
கலோரி - calorie
கடத்தாப்பொருள்-non-conductor
கடத்தும் திறன் - conductivity
கரு நீலம் - indigo
கருவி - instrument
கலைடோஸ்கோப்பு - kaleidoscope
கதிர் வீசல் - radiation
கப்பி - pulley
கடத்தல் - conduction
கதிர்வீசி - radiator
கதிர் - rays
கம்பசு பெட்டி - compass box
கம்பியில்லா - wireless
கன அளவு - volume
காப்பிட்ட - iusulated
காற்றோட்டி - ventilator
காமிரா - camera
காட்சி - vision
காட்டி - index
கானல் நீர் - mirage
கிளிப்பு - clip
கிளைடர் - glider
கிரணம் - rays
கிட்டப்பார்வை - short-sight
கீழ்நோக்கு அழுத்தம்-downward pressure
குணகம் - co-efficient
குண்டு - bob
குவி ஆடி - convex mirror
குடுவை - flask
குவியத்தூரம் - focal length
குவியம் - focus
குவிக்கும் லென்ஸ் - focussing lens
குழி ஆடி - concave mirror
குறி எண் - index
கொதிநிலை - boiling point
கொள்கலம் - receiver
கோளவடிவ - spherical
கோளக ஆடி - spherical mirror
சக்கரம் - wheel
சதாம்ச அளவை - centigrade
சம இயக்கச் சக்கரம் - fly wheel
சமகால - isochronic
சலனசக்தி - kinetic energy
சமதள ஆடி - plane mirror
சமநீர்எடை - water equivalent
சாவி - key
சாமியம் - equation
சிலிண்டர் - cylinder
சிலிண்டரும் கூடும் - cylinder and socket
சுக்கான் - rudder
சுயவெப்பம் - specific heat
சுயம்பிரகாசம் - self-luminious
சுர ஐக்கியம் - tuning
சுருங்கல் - contraction
செலுத்துகை - transmission
செங்குத்து - perpendicular
செருகு சாவி - plug key
செவ்வகம் - rectangle
செவிக்குழாய் - receiver
சோதனைச்சாலை - laboratory
டெலிபோன் - telephone
டெலிஸ்கோப்பு - telescope
தண்டு - rod

தட்டு - pan
தனி ஊசல் - simple pendulum
திருகு - screw
திரை - screen
திறந்தசுற்று - open circuit
திசைமாற்றம் - deviation
தீயணை எஞ்சின் - fire engine
துருவு விளக்கு - search light
துருவகரணம் - polarisation
திசைமாற்றக்கோணம் - angle of deviation
துலக்கி - developer
துணை வானவில் - secondary rainbow
துணைச்சுற்று-secondary circuit
தூண்டு சுருள் - induction coil
தூண்டற்பாடு சுருள் - inductance coil
தூண்டிய ஓட்டம் - induced current
துருவத்துவம் நீக்கி - depolariser
தேய்ப்புக் கண்ணுடி - ground glass
தொடர் அடுக்கு மின்கலங்கள் - cells in series
தொடுசாவி - contact key
நிலைமாற்றம் - change of state
நிலைச்சக்தி - potential energy
நிலை - state
நிழல் - shadow
நிழற்கடிகை - sundial
நிலைக்கப்பி - fixed pulley
நிறப்பிரிகை - dispersion
நிறுத்து கடிகாரம் - stop watch
நிஜ பிம்பம் - real image
நீரியல் அழுத்தி - hydraulic press
நெம்புகோல் - lever
நேர்கோட்டு வியாபனம் - rectilinear propagation
பக்க அடுக்கு மின்கலங்கள் - cells in parallel

படலம் - film
படுகோணம் - angle of incidence
படுதானம் - point of incidence
படுகிரணம் - incident ray
படவிளக்கு - magic lantern
பரிதி - circumference
படுதல் - incidence
பசை மின்கலம் - dry cell
பார்வை - vision
பால் மானி - lactometer
பாட்டரி - battery
பாய் பொருள் - fluid
பிரதம மின்கலம் - primary cell
பிரதிபலி கோணம் - angle of reflection
பிரதமச் சுற்று - primary circuit
பிரதம வானவில் - primary rainbow
பிரிசம் - prism
பிரதிபலிக்கும் கிரணம் - reflected ray
பிரதிபலித்தல் - reflection
புகை போக்கி - chimney
புரியிடைத்தூரம் - pitch of the screw
புறப்பரப்பு - surface
பூரண அக பிரதிபலிப்பு - total internal reflection
பெருக்கி - amplifier
பெரிஸ்கோப்பு - periscope
பேசு குழாய் - telephone transmitter
பைனக்குலர் - binoculars
போக்குக் குழாய் - exit tube
பொருளருகு லென்ஸ் - object glass
பெருக்க குணகம் - co-efficient of expansion
பொறி - spark
மட்ட குழிலென்ஸ் - plano concavo lens
மட்ட குவிலென்ஸ் - plano convex lens

மணல் தட்டு - sand bath
மாய பிம்பம் - virtual image
மாயக் குவியம் - virtual focus
மாற்றப்பட்ட - modulated
மாற்றலைகள் - modulated waves
மாற்றச்சு - crank
மின்கலம் - electric cell
மின் சுற்று - electric circuit
மின்வாய் - electrode
மின் இறக்கம் - electric discharge
மின் பொறி - electric spark
மின் ஓட்டம் - current of electricity
மின் ஊர்தி அலைகள் - carrier waves
மின் இயக்கு விசை - electro motive force
மின்னாற் பகுப்பு - electrolysis
மின்னாற் பகுபொருள் -electrolyte
மின் தூண்டல் - electric induction
மின் அழுத்தம் - electric potential
மின் உலை - electric furnace
மின் தடை - electric resistance
மின் அச்சு - electrotype
மின் அழுத்தம் - voltage
மின் முறிகலம் - voltameter
மின் தங்கி - condenser
மின்னோட்டக் கம்பி - line wire
மிதப்பு - floatation
மீள் கதிர் - reflected ray
முக்கிய அச்சு - principal axis
முக்கியக் குவியம் - principal [focus
முன்தள்ளி - propeller
மூலக்கூறு - molecule
ரட்சை வால்வு - safety valve
ரேடியோ - Radio
நேர் மின்வாய் - anode
லம்பம் - normal
லாபம் - advantage
லீட்டர் - litre
லென்ஸ் - lens
வளைவு - curvature
வளைவு மையம் - centre of curvature
வளைவின் ஆரம் - radius of curvature
வலைக்கம்பி - grid
வால்வு - valve
வாட்டுகள் - watts
வானவில் - rainbow
வான சாஸ்திர - astronomical
விமான நிலையம் - aerodrome
விமானி அறை - cockpit
விகாரம் - distortion
வினைத்திறன் - efficiency
வில் விளக்கு - electric arc
விரிவு - expansion
விக்ஷேபகம் - projector
விலகல் - refraction
விலகல் எண் - refractive index
விடுகோணம் - angle of emergence
விடுகதிர் - emergent ray
வீச்சு - amplitude
வரிச்சுற்று - solenoid
வெற்பு ஏற்புத்திறன் - heat capacity
வெப்பச் சலனம் - convection
வெப்பம் - heat
வெற்றிடம் - vacuum
வோல்ட்டு - volt
வோல்ட்டா மின்கலம் - voltaic cell
ஜாக்கி - jack
ஜடப்பொருள் - matter
ஜடமான - inert
ஸ்லைடு - slide
ஸ்விச்சு - switch

2. ரசாயனம்

அங்கக - organic
அச்சு உலோகம் - type metal
அசுத்தம் - impurity
அடர் / அடர்ந்த } concentrated
அடர்வு - concentration
அடர்த்தி - density
அடைப்பான் - stopper
அணு - atom
அணுக்கொள்கை - atomic theory
அணுஎடை - atomic weight
அபூரித - unsaturated
அமிலம் - acid
அமில ஆக்ஸைடு - acidic oxide
அமிலம் சேர்ந்த - acidulated
அம்மோனியப் படிகாரம் - ammonium alum
அம்மோனியா வாயு - ammonia
அயப்படிகாரம் - iron alum
அயக்காந்தக்கல் - magnetite
அயொடின் - iodine
அயம் - iron
அயக்கந்தக்கல் - iron pyrites
அரத்தூள் - filings
அயொடபார்ம் - iodoform
அலோகம் - non-metal
அலுமினியம் - aluminium
அளவுகோடிட்ட - graduated
அளவறி - quantitative
அளவீடு - reading
அன்டிமனி - antimony
அனங்கக - inorganic
ஆக்ஸிகரணி - oxidizing agent
ஆக்ஸிகரணம் - oxidation
ஆக்ஸிஜன் குறை - reduce
ஆக்ஸிஜன் ஒடுக்கி - reducing agent
ஆக்ஸிஜன் குறைத்தல்-reduction
ஆக்ஸிஜன் - oxygen
ஆதாரம் - stand
ஆல்கஹால் - alcohol
ஆர்ஜென்டைட்டு - argentite
ஆவியாதல் - evaporation
ஆவி - vapour
இங்குலிகம் - cinnabar
இடப்பெயர்ச்சி - displacement
இந்துப்பு - rock salt
இடுக்கி - forceps
இயைபுறுப்புகள் - constituents
இயற்கையான - native
இயற்கைக் கந்தகம் - native sulphur
இரட்டை உப்பு - double salt
இறுக்கி - pincers
ஈர்க்கும் - deliquescent
ஈரம் - moisture
ஈருப்பு மூல - dibasic
ஈயச்செந்தூரம் - red lead
உக்கிரத்திராவகம் - aqua fortis
உட்கவர்தல் - absorption
உடன் விளைவு - by-product
உணர்ச்சியகற்றி - anaesthetic
உபகரணம் - apparatus
உப்பு மூலம் - base
உப்புமூல - basic
உப்புமூலத்தன்மை / உப்புதிறன்எண் } bacicity
உப்பு மூல ஆக்ஸைடு - basic oxide
உப்பு - salt
உப்புத்தாள் - sand paper
உப-பாஸ்வரிக-அமிலம் - hypophosphorous acid
உயர் உலோகம் - noble metal
உரம் - manure
உரல் - mortar
உருக்கி எடுத்தல் - smelting
உருளைக் கந்தகம் - roll sulphur
உருகுதல் - fusion
உலர்த்தும் பாண்டம் - desiccator

உலர்த்தி - drying agent
உலை - furnace
உலோகம் - metal
உலோகக்காந்தி - metalic lustre
உலோக தாதுக்கள்-metallic ores
உலோக ஆக்ஸைடுகள் - metallic oxides
உலோக வேலைக்கலை - metallurgy
உலோகக் கலவை - alloy
உலக்கை - pestle
உலோக மண் - ore
உறிஞ்சிகள் - absorbents
உறைக்கலவை-freezing mixture
ஊதா- purple
ஊதுலை - blast funace
ஊசிக்கந்தகம் - monoclinic sulphur
எட்ஞ அடுப்பு - aetna burner
எதிர்-வெப்ப உலை-reverberatory furnace
எதில் ஆல்கஹால் - ethyl alcohol
எரு - manure
எரியாத - incumbustible
எரி - ignite
எரிகாரம் - caustic alkali
எரி கரண்டி - deflagrating spoon
எரி சோடா - caustic soda
எரி நிலைத்தானம் - ignition point
எலும்புச் சாம்பல் - bone ash
எளிதில் ஆவியாகும் - volatile
எளிதில் நொறுங்கும் - brittle
எளிதில் எரியும் - inflammable
ஏடு - film
ஒயின் - wine
ஒரு படித்தான - homogeneous
ஒருப்பு மூல - mono-basic
கலவை - mixture
கர்த்தா - agent
கழுவு சீசாக்கள் - washing bottles
கரை - dissolve
கண்ணடிக் குமிழ் - glass bulb
கடினத் தன்மை - hardness
கடின நீர் - hard water
கருஞ் சிவப்பு - purple
கந்தகக் கல் - pyrites
கதிர் வீசல் - radiation
கச்சாப் பொருள்கள் - raw materials
கடுங்குளிர்ப் பெட்டி - regrigerator
கசடு - slag
கழிநீர்த் தொட்டி - sink
கரைதிறனுள்ள - soluble
கரை திறன் - solubility
கரை பொருள் - solute
கரைசல் - solution
கரைப்பான் - solvent
கரைப்பு - solution
கடற்பஞ்சு - sponge
கரண்டி - spoon
கன அளவு - volume
கழுவு சீசா - wash bottle
கண்ணடிச் சிற்றகல் - watch glass
கம்பி வலை - wire gauze
கந்தகம் - sulphur
கந்தகத் தூள்-flowers of sulphur
களிக்கந்தகம் - plastic sulphur
கந்தகம் அமிலம் - sulphuric acid
கந்தச அமிலம் - sulphrous acid
கந்தக-டை ஆக்ஸைடு - sulphur dioxide
கல்நார் - asbestos
கரியாவி - coal gas
காற்று - air
காற்றடுப்பு, காற்றுலை - air oven
காற்றுப் புகா - air tight
காரீயம் - lead
காரம் - alkali
காரீய கந்தகக் கல் - galena
காய்ச்சி வடித்தல் - distillation
காப்புத் தீக்குச்சிகள் - safety matches
காப்புப் புனல் - safety funnel
காட்டி - indicator
காரை - mortar

காய்ச்சிப் பிணைத்தல் - welding
கார்பானிக அமிலம் - carbonic acid
கார்பன்-டை-ஸல்பைடு - carbon-di-sulphide
கார்பனேட்டு - carbonate
கார்பன் - carbon
கால்ஸியம் - calcium
கிரியா ஊக்கம் - catalysis
கிரியா ஊக்கி - catalytic agent
கிராவைட்டு - graphite
கிரியை - reaction
கீழ்முகப் பெயர்ச்சி - downward displacement
குளோரின் - chlorine
குளோரேட்டு - chlorate
குளோரின் நீக்கி - antichlor
குளோரைடு - chloride
குமிழ் - bulb
குறியீடு - formula
குணம் - property
குறைப்பான் - reducing agent
குறி - symbol
குறடு - tongs
குருந்தக் கல் - corundum
கூம்புக் குடுவை - conical flask
கூர்நுனிக் குழாய் - jet tube
கேலமின் - calamine
கொளுத்து - ignite
கொள்கலம் - receiver
கொள்கை - theory
சலவைத்தூள்-bleaching powder
சலவைஉப்பு - washing soda
சாம்பிராணி எண்ணெய் - benzene
சாமியம் - equation
சாமணம் - forceps, pincers
சாய்சதுரக் கந்தகம் - rhombic sulphur
சிதைவு - decomposition
சிதைத்து வடித்தல் - destructive distillation
சுவாலை - flame
சுண்ணும்பு நீர் - lime water
சுண்ணும்புக்கல் - lime stone
சுத்திகரணி - purifier
சுத்திசெய்த ஸ்பிரிட்டு - rectified spirit
சுத்திசெய் - refine
சுட்ட சுண்ணும்பு - quick lime
சூளை - kiln
சூத்திரம் - formula
செய்முறை - process
செப்புக் கந்தகக்கல் - copper pyrites
செந்தீக்குச்சிகள் - lucifer matches
சோதனைக் குழாயின் பிடி - test tube holder
சோதனைச்சாலை - laboratory
சோதனைக்குழாய் - test tube
சோடியம் - sodium
சோப்பு நுரை - lather
டிஞ்ச்சர் - tincture
டைனமைட்டு - dynamite
தகனக் கண்ணுடி - combustion glass
தத்துவம் - principle
தன்மை - property
தனி ஆல்கஹால் - absolute alcohol
தங்கம் - gold
தாது அமிலம் - mineral acid
தாற்காலிகக் கடினம் - temporary hardness
தாதுப்பொருள் - mineral
தாது எண்ணெய் - mineral oil
தாது உப்பு - mineral salt
தாய்த்திரவம் - mother liquor
தாது - ore
தாங்கி - stand
தாற்காலிக - temporary
தாமிரக்கல் - cuprite
தாமிரம் - copper
திரவமாக்கு - liquify

திரவம் - liquid
திரவமாக்கல் - liquifaction
திரி ஆக்ஸைடு - tri-oxide
தீப்பற்று - fire proof
தீக்கல் - flint
தீக்கந்தக அமிலம் - pyro - sulphuric acid
துத்தநாகம் - zinc
துத்த அமிலம் - oil of vitroil
துருவல் - turnings
துளைமேடை - beehive shelf
தூய அமிலம் - pure acid
தூள் பூக்கும் - efflorescent
தெளியவைத்து இறு - decant
தெளியவைத்து இறுத்தல் - decenttation
தேன் இரும்பு - wrought iron
தொட்டி - trough
தொத்து நீக்கி - disinfectant
தொழிற்சாலை - factory
தொங்கும் - suspended
தொகுப்பு - synthetical
தோன்றுமிடம் - occurrence
தோற்றம் - phenomenon
நடுநிலையாக்கல் - neutralization
நடுநிலையான - neutral
நாக கந்தக்கல் - zinc blende
நாட்டம் - affinity
நார் - fibre
நிக்கல் - nickel
நிகழ்ச்சி - phenomenon
நிர்ஜல - anhydrous
நிறம் நீக்கல் - bleaching action
நிறம் நீக்கி - bleaching agent
நிலைப்படுத்தல் - fixation
நிலைப்புக்கடினம் - permanent hardness
நிறம் நிறுத்தி - mordant
நிலைப்பு - stability
நிலையிலா - temporary
நிலக்கரி - coal
நீர்த்தொட்டி - water bath
நீர் உறிஞ்சும் - hygroscopic
நீர்த்த - dilute
நீரற்ற - unhydrous
நீற்றுச் சுண்ணும்பு - slaked lime
நுண் துளையுடைய - porous
நுரைத்தெழல் - effervescence
நேர் மின்வாய் - anode
நைட்டிரிக அமிலம் - nitric acid
நைட்டிரிச அமிலம் - nitrous acid
நைட்டிரேட்டு - nitrate
நைட்டிரைட்டு - nitrite
நைட்டிரஜன் - nitrogen
நொதித்தல் - fermentation
படிக உருவற்ற - amorphous
பரிசம் - contact
படிகம் - crystal
படிக - crystalline
படிகமாதல் - crystallisation
படிகமாக்கிப் பகுத்தல் - fractional crystallisation
படிகநீர் - water of crystallisation
பரிசோதனை - experiment
படலம் - film
படியச் செய் - precipitate
பமிஸ்கல் - pumice stones
பண்பறி - qualitative
பதங்கமாக்கு - sublimate
பதங்கமாதல் - sublimation
பதப்படுத்தல் - tempering
பருமனறி - volumetric
பர ஆக்ஸைடு - peroxide
பரமாங்கனேட்டு - permanganate
பாகு நிலையான - viscous
பாய்பொருள் - fluid
பாக்ஸைட்டுக் களி - bauxite
பாதரசம் - mercury
பாஸ்வைடு - phosphide
பாஸ்வேட்டு - phosphate
பாஸ்வீன் - phosphine
பாஸ்வரம் - phosphorus

பாஸ்வரிச அமிலம் - phosphorous acid
பாஸ்வரிக அமிலம் - phosphoric acid
பாஸ்வரக் காந்தி - phosphorescence
பிரிபுனல் - separating funnel
பிளின்டு - flint
பிறைத்தலம் - meniscus
பிப்பெட்டு - pipette
பிளாஸ்டிக் - plastic
பிரதிக்கிரியை - reaction
பிரித்தல் - separation
பிசுபிசுப்பான - viscous
பித்தளை - brass
பிளாட்டினம் - platinum
பினால்ப்தலின் - phenolphthalin
பீங்கான் படகு - porcelain boat
பீங்கான் - porcelain
பீங்கான் தகழி - china dish
புற வேற்றுமை - allotropy
புன்சன் அடுப்பு - bunsen burner
புடக் குகை - crucible
புனல் - funnel
புரோமின் - bromine
புளோரைடு - fluoride
பூரித - saturated
பூரிதமாக்கு - saturate
பெருக்கம் - expansion
பென்சீன் - benzene
பென்ட ஆக்சைடு - pentoxide
பைரைட்டுகள் - pyrites
பைகார்பனேட்டு - bicarbonate
பொட்டாசு - potash
பொட்டாசியம் - potassium
பொட்டாசுப் படிகாரம் - alum potash
போக்குக் குழாய் - delivery tube
பௌதிக மாற்றங்கள் - physical changes
பௌதிகக் கலவை - mechanical mixture

மகனீசயம் - magnesium
மங்கனீசு - manganese
மணல் தொட்டி - sand bath
மணிச்சாடி - bell jar
மயில் துத்தம் - blue vitriol
மண் பாண்டம் - earthenware
மந்த - inactive
மறை வெப்பம் - latent heat
மண்டலம் - system
மணி வெண்கலம் - bell metal
மான்டில் - mantle
மாதிரி - sample
மிருகக் கரி - animal charcoal
மின்கல அடுக்கு - battery (cells)
மின் கடத்தி - conductor (electricity)
மின் வாய் - electrode
முலாம் பூசுதல் - electroplating
மின் உலை - electric furnace
மிதப்பு மாசு - scum
மின் முறிகலம் - voltameter
மீளும் கிரியை - reversible reaction
முகவை - beaker
முறை - system
முக்காலி - tripod stand
மூக்குக்குவளை - beaker
மூலகம் - element
மூச்சிழுத்தல் - inhalation
மூல உப்பு - basic salt
மென் காரம் - mild alkali
மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டு - methylated spirit
மெதில் ஆல்கஹால் - methyl alcohol
மெதில் ஆரஞ்சு - methyl orange
மேல்முகப் பெயர்ச்சி - upward displacement
மோனு ஆக்சைடு - mono - oxide
யீஸ்ட்டு - yeast
யூடியா மீட்டர் - eudiometer
ரசாயனக் கிரியை - chemical action

ரசாயனத் தராசு - chemical balance
ரசாயன மாற்றங்கள் - chemical changes
ரசாயனப் பகுப்பு - chemical analysis
ரசாயனக் கூடுகை - chemical combination
ரசாயனச் சிதைவு - chemical decomposition
ரசாயனப் பெயர்ச்சி - chemical displacement
ரசாயன இரட்டைச் சிதைவு - chemical double decomposition
ரசாயனச் செய்முறை - chemical process
ரவை - granulated
ரசாயன கரணி - reagent
ரசக் கலவை - amalgam
ராஜத் திராவகம் - aqua regia
ரேடியம் - radium
ரொட்டி உப்பு - baking soda
ரோசனம் - resin
லிட்மஸ் - litmus
லீபிக் கண்டென்ஸர் - leibig condenser
வடி திரவம் - distillate
வடித்துப் பகுத்தல் - fractional distillation
வடிகட்டு - filter
வடி தாள் - filter paper
வடி கட்டுதல் - filtration
வண்டல் - residue, sediment
வறுத்தல் - roasting
வல்க்கனைஸ் செய்தல் - vulcanisation
வாயு மண்டலம் - atmosphere
(வாயு) பாரமானி - barometer
வாலை வடி நீர் - distilled water
வாயு - gas
வாயுப்பிடி தொட்டி - pneumatic trough
வாணம் செய்முறை - pyrotechnic
வாலை - retort
வாலையின் இறுக்கி - retort clamp
வாலை வளையம் - retort ring
வாலை தாங்கி - retort stand
வாலை - still, retort
வால்வு - valve
வார்ப்பிரும்பு - cast iron
வார்னிஷ் - varnish
விளைவுப் பொருள்கள் - products
விகிதம் - proportion
வீழ் படிவு - precipitate
வெண்சுடர் நிலை - incandescence
வெண்சூடு - white hot
வெண்கலம் - bronze
வெடி பஞ்சு - gun cotton
வெடியுப்பு - nitre
வெள்ளி - silver
வெள்ளீயக்கல் - tinstone
வெற்றிடம் - vacuum
வெடி பண்டம் - explosive substance
வெடி மருந்துகள் - explosives
வெடித்துப் பொறித்தல்-decrepitation
வெளுப்பான் - bleaching agent
வெளுத்தல் - bleaching action
வெந்நீர்த் தொட்டி - water bath
ஜடமான - inert
ஜனித ஸ்திதி - nascent state
ஜாடி - jar
ஸ்பிரிட்டு விளக்கு - spirit lamp
ஸ்திரமற்ற - unstable
ஸல்பேட்டு - sulphate
ஸல்பைடு - sulphide
ஹைடிரோகுளோரிக அமிலம் hydrochloric acid
ஹைடிரஜன் - hydrogen

3. ஜீவ சாஸ்திரம்

அங்க ஜீவி - organism
அடி மரம் - stock
அனு சரணம் - adaptation
அனு கரணம் - mimicry
அல்லி - petal
அல்லி வட்டம் - corolla
அடித்தோல் - dermis
அர்த்த சந்திர வால்வு - semi-lunar valve
அனிச்சைச் செயல் - reflex action
அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை - cross pollination
அரைவட்டக் குழாய் - semi-circular-canal
ஆக்ஸிகரணம் - oxidation
ஆர எலும்பு - radius
ஆப்பெலும்பு - sphenoid bone
ஆல்காக்கள் - algae
ஆரிக்கிள் - auricle
இச்சைச் செயல் - voluntary action
இடமாற்றம் - translocation
இடுப்பு வளையம் - pelvic girdle
இதய உறை - pericardium
இதய மேல் அறை - auricle
இயக்கு தசை - voluntary muscle
இயங்கு தசை - involuntary muscle
இதய கீழ் அறை - ventricle
இரைப்பை - stomach
இடுப்பெலும்புக் குழி - acetabulum
இடம் மாறிவந்த வேர் - adventitious root
இதயத் தசை - cardic muscle
இதயத் துடிப்பு - heart-beat
இதயம் - heart
இரைப்பை நீர் சுரப்பி - gastric gland
இரைப்பை நீர் - gastric juice
இரைப்பைப் பாகு - chyme
இருதலைத் தசை - biceps muscle
இருபால் - bisexual
இதய வடிவ - cordate
இலைக்காம்பு - petiole
இலைப்பரப்பு - blade
இலையடிச் செதில் - stipule
இலைத்துளை - stoma
இலைத்துளைகள் - stomata
இலை நரம்பு - vein
இலைநடுச் சோற்றணு - mesophyll
இரணக்கள்ளி - bryophyllum
இறகுப் பரப்பு - vane
இறகடி முருந்து - quill
இளந்தாழை - prothallus
இறகு வடிவ - pinnate
இறங்கு குடல் - descending colon
இனப்பெருக்கம் - reproduction
ஈரிதழ் வால்வு - bicuspid valve
உட்குழாய்த்தசை - xylem
உட்கரு - nucleus
உட்கிரகித்தல் - absorption
உட்செல் நரம்பு - afferent nerves
உணவுப்பாதை - alimentary canal
உணவுக்குழல் - gullet
உணர்ச்சி நரம்பு - sensory nerve
உதரவிதானம் - diaphragm
உருமாற்றம் - metamorphosis
உமிழ் நீர் - saliva
உள்ளங்கை எலும்பு - metacarpal bone
உள்ளுறை - tegmen
உறிஞ்சி - sucker
உறைவு - clot
எச்சில் - saliva
எச்சில் சுரப்பி - salivary gland
எச்சில் நொதி - ptyalin
எலும்புக்கூடு - skeleton
என்ஸைம் - enzyme
ஏறுகுடல் - ascending colon

ஒட்டு - scion
ஒட்டுதல் - grafting
ஒட்டுதல், பிளவுசெய்து - cleft grafting
ஒட்டுதல், கசை - whip grafting
ஒரு பால் - unisexual
ஒரு ஸெல்லுள்ள - unicellular
ஒளிச்சேர்க்கை - photo-synthesis
க்ளுக்கோஸ் - glucose
க்ளைக்கோஜென் - glycogen
கம்பளிப்புழு - caterpillar
கல்லீரல் - liver
கணையம் - pancreas
கண்-மணி - pupil of eye
கபாலம் - skull, cranium
கண்ணீர் எலும்பு - lachrymal bone
கணைக்கால் எலும்பு - tarsal bone
கல்லீரல்-தமனி - hepatic artery
கல்லீரல் சிரை - heptaic vein
கன்ன எலும்பு - cheek bone
கணைய நீர் - pancreatic juice
கணை நோய் - rickets
கழிவு - excretion
கலவிப் பெருக்கம் - sexual reproduction
கழிவு மண்டலம் - excretory system
கழிவு உறுப்புகள் - excretory organs
கழுத்து முள் எலும்பு - cervical vertebra
கருவுறுதல் - fertilization
கலப்புணவு - mixed diet
காம்பு (பூ) - stalk
காம்பு (இலை) - petiole
காளான் - fungus
காப்பு-ஸெல்கள் - guard-cells
கார்பன் தன்மயமாதல் - carbon assimilation
காறை எலும்பு - collar bone, clavicle
கார்போஹைடிரேட்டு - carbohydrate
கல்லீரல் ரத்த ஓட்டம் - hepatic circulation
கிண்ணம் (பூவடி) - thalamus
கிருமி - germ
கிருஷ்ணபடலம் - iris
கிளைவேர் - rootlet
கீழ்ப் பெருஞ் சிரை - inferior vena cava
கீழ்க்கால் வெளி எலும்பு - fibula
கீழ்த்தாடை எலும்பு - inferior maxillary bone
கீழ்க்கால் உள் எலும்பு - tibia
கீல்முட்டு - hinge joint
குடல் வால் - appendix
குடல்-வால்-அழற்சி - appendicitis
குத எலும்பு - coccyx
குதம் - anus
குதிகால் எலும்பு - heel bone
குருத்தெலும்பு - cartilage
குரல்வளை larynx
குரல் வளை மூடி - epiglottis
குடல் நீர் சுரப்பி - intestinal gland
குடல் நீர் - intestinal juice
குடல் பாற்குழல் - lacteals
குடல் வாய் - pylorus
குடல் உறிஞ்சி - villus
குளிர் ரத்தப் பிராணி - cold-blooded animal
குறுக்கு வெட்டு முகம் - cross-section
குழாய் - vessel
குருத்து - bud
கூட்டிலை - compound leaf
கூழ்ப்பால் - emulsion
கேடயச் சுரப்பி - thyroid gland
கொழுப்பு - fat
காற்று நுண்ணறைகள் - air cells
கோரைப் பற்கள் - canine teeth
கைவடிவ - palmate

சரீர சாஸ்திரம் - physiology
சளிக் காய்ச்சல் - pneumonia
சல்லடைக் குழாய்த் தசை - phloem
சவ்வு - membrane
சல்லடைக் குழாய் - sieve tube
சல்லடை எலும்பு - ethmoid bone
சர்வபட்சிணி - omnivorous animal
சரிவிகித உணவு - balanced diet
சாகபட்சிணி - herbivorous animal
சாற்றுக் குழாய்த்திரள் - vascular bundle
சிரை - vein
சிலியாத் தசை - ciliary muscle
சிறுநீர்ப்பை - urinary bladder
சிறுநீரக தமனி - renal artery
சிறு மூளை - cerebellum
சிப்பி (பல்) - enamel
சிறுகுடல் - small intestines
சிலேட்டுமப் படலம் - mucous membrame
சிறுநீரகம் - kidney
சிறுநீர் உப்பு - urea
சிறுநீர்க் குழாய் - ureter
சிறுநீர்ப் புறவழி - urethra
சிறுநீர் - urine
சிற்றிலை - leaflet
சுரப்பி - gland
சுவை அரும்புகள் - taste buds
சுருக்கு தசை - sphincter muscle
சுருள் எலும்பு - turbinal bone
சூல் - ovule
சூற்பை - ovary
சூலகம் - pistil
சூலகமுள்ள - pistillate
சூல் முடி - stigma
சூல் தண்டு - style
செதில்கள் - scales
செவிக்குழாய் - auditory canal
செவிப்பறை - tympanum, drum of ear
செவி நரம்பு - auditory nerve
செய்கை நரம்பு - motor nerve
டயஸ்டேஸ் - diastase
டயலின் : ptalin
தமனி - artery
தந்தினி - dentine
தந்துகி - capillary
தன்மயமாதல் - assimilation
தசை - muscle
தசை மண்டலம் - muscular system
தண்டு வடம் - spinal cord
தசை நாண் - tendon
தரைமேல் - epigeal
தரைக்கீழ் - hypogeal
தனி இலை - simple leaf
தண்டுக்கிளை - shoot
தாதுப்பொருள் - mineral matter
தாவர சாஸ்திரம் - botany
தானியசர்க்கரை - maltose
தாள் - filament
திசு - tissue
திரிகம் - sacrum
திரிக எலும்பு - sacral vertebra
தைராயிடு சுரப்பி - thyroid gland
தொடு உணர்ச்சி நரம்பணுக்கள் - tactile corpuscles
தொடை எலும்பு - femur
தோள்பட்டை எலும்பு - shoulder blade, scapula
தோல் - skin
நத்தை எலும்பு - (செவி) cochlea
நடுச்செவிக் குழல் - custachian tube
நரம்பு - nerve
நரம்பணுத்திரள் - ganglion
நரம்பு மண்டலம் - nervous system
நாக்கு - tongue
நாங்கூழ்க் கட்டிகள் - worm casts
நாடித்துடிப்பு - pulse
நாற்று - seedling

நாளம் - duct
நாய்க்குடை - mushroom
நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் - ductless glands
நிணநீர் - lymph
நிணநீர் சுரப்பி - lymphatic [glands
நிறமி - pigment
நிணநீர் மண்டலம் - lympatic system
நீர்வாழ் செடி - water plant
நீராவிப் போக்கு - transpiration
நுரை யீரல்கள் - lungs
நுரையீரல் சிரை - pulmonary vein
நுரையீரல் ரத்த ஓட்டம் - pulmonary circulation
நுரையீரல் தமனி - pulmonary artery
நுண் குமிழி - vacuole
நெற்றி எலும்பு - frontal bone
நொதி - ferment
பக்கவேர் - lateral root
பசுங்கணிகம் - chloroplast
பதியம் போடுதல் - layering
பரவுதல் - dispersal
பரிவு நரம்பு - sympathetic nerve
பரிவு நரம்பு மண்டலம் - sympathetic nervous system
பரான்ன ஜீவி - parasite
பந்தகம் - ligament
பந்து கிண்ண மூட்டு - ball and socket joint
பற்சிகரம் - crown of teeth
பற்காரை - cement of teeth
பற்கூழ் - pulp of tooth
பற்கூழ் குழி - pulp cavity
பாத எலும்பு - metatarsal bone
பாசி - moss
பின் கடைவாய்ப் பற்கள் - molar teeth
பாற் சர்க்கரை - milk sugar, lactose

பித்த நீர் - bile
பித்தநாளம் - bile duct
பித்த நீர்ப்பை - gall bladder
பின் இடுப்பெலும்பு - ilium
பின் மண்டை எலும்பு - occipital bone
பின்-கண்-ரஸம் - vitreous humour
பிடர் அச்சு - axis
பிடர் எலும்பு - atlas
பிட்யூட்டரி சுரப்பி - pituitary gland
பிரதி வினை - response
பிராணி சாஸ்திரம் - zoology
பிடர் அச்சு - axis
பிளாஸ்மா - plasma
புரோட்டீன் - protein
புறணி - certex
புல்லி - sepal
புல்லி வட்டம் - calyx
புரோட்டொப் பிளாஸம் - protoplasm
புல்லி - sepal
பூஞ்சக் காளான் - mould
பெரணி - fern
பெப்டோன் - peptone
பெப்ஸின் - pepsin
பெருங் குடல் - large intestines
பெரு மூளை - cerebrum
பொட்டெலும்பு - temporal bone
பொது ரத்த ஓட்டம் - general circulation
பொடி இறகு - down feather
மகாதமனி - aorta
மகரந்தக் கேசரங்கள் - stamens
மகரந்தச் சேர்க்கை - pollination
மகரந்தப்பை - anther
மகரந்தம் - pollen
மது - nectar
மட்டத்தண்டுக் கிழங்கு - rhizome
மண்ணீரல் - spleen
மலக்குடல் - rectum

மண்டை ஓடு - cranium
மண்டை நரம்பு - cranial nerve
மண்டைப்பக்க எலும்பு - parietal bone
மலச்சிக்கல் - constipation
மணிக்கட்டெலும்பு - carpal bone
மாமிசபட்சிணி - carnivorous animal
மாலைக்கண் - night-blindness
மார்பெலும்பு - sternum
மார்பறை - thoracic cavity
மார்பு முள்ளெலும்பு - thoracic vertebra
மார்நிணநீர் நாளம் - thoracic duct
மார்பகம் - thorax
முன் சிறுகுடல் - duodenum
முன்கழுத்துக் கழலை - goitre
முன்-கண்-ரஸம் - aqueous humour
முன் தொண்டை - pharynx
முளைமூட்டு - pivot joint
முழங்காற்சில் - patella, knee cap
முகுளம் - medulla oblongata
முத்தலைத்தசை - triceps muscle
முதுகுத்தண்டு - spinal column
முன்கடைவாய்ப் பற்கள்-premolar teeth
முழங்கை எலும்பு - patella
முழங்கால் சில் - ulna
முதுகு முள் எலும்பு - dorsal vertebra
முதுகுப்புற - dorsal
முளைக்கரு - embryo
முளைசூழ்தசை - endosperm
முளை வேர் - radicle
முள் எலும்பு - vertebra
முளைக் குருத்து - plumule
மூச்சுக் குழல் - trachea, windpipe
மூவிதழ் வால்வு - tricuspid valve
மூச்சுக் கிளைக்குழல் - bronchus
மூச்சுக் கிளைச் சிறுகுழல் - bronchiole
மூச்சுச் சிற்றறைகள் - alveoli
மூளை - brain
மேல் தாடை எலும்பு - superior maxillary bone
மேல் தோல் - epidermis
மேற் கை எலும்பு - humerus
மேற் பெருஞ்சிரை - superior vena cava
மொட்டு - bud
ரத்தம் - blood
ரத்த அணுக்கள் - blood corpuscles
ரத்த உறைவு - blood clot
ரத்த தந்துகிகள் - blood capillaries
ரத்தச் சிவப்பணு - red corpuscles
ரத்த வெள்ளணு - white corpuscles
ரத்த நிறச் சத்து - haemoglobin
ரத்த ஓட்ட மண்டலம் - circulatory system
வயிறு - abdomen
வட்ட அடுக்கு - whorled
வழுக்கு மூட்டு - gliding joint
வலைபோன்ற - reticulate
வாசனை நரம்பு - olfactory nerve
வால் முள் எலும்பு - coccygeal vertebra
விரலிடைத் தோல் - web
விதையிலாப் பெருக்கம் - vegetative reproduction
விதையுறை - seed coat
விதை உள்ளுறை - tegmen
விதை வெளியுறை - testa
விதை - seed
விதைத்துளை - micropyle
விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு - hypocotyl
விதைத் தழும்பு - hilum